

# Natuurcompensatie achterhaven Zeebrugge

**Dossier Kleiputten**

**Archeologisch onderzoek 2011/295**

**oktober 2014**



# Natuurcompensatie achterhaven Zeebrugge

## Colofon

**Archeologisch onderzoek dossier Kleiputten**

### **Uitvoerder**

**Vlaamse Landmaatschappij Regio West**

**Vestiging Brugge**

Velodroomstraat 28

8200 Brugge

Tel. 050 45 81 00

Fax 050 45 81 99

[www.vlm.be](http://www.vlm.be)

### **Auteur**

K.Gheysen

S.Vanhoutte

W.De Clercq

### **Datum rapport**

oktober 2014

### **status / revisie**

onderzoek

### **Cover**

Korneel Gheysen © VLM



**INHOUD**

---

<b>DEEL 1</b>	<b>Algemeen .....</b>	<b>2</b>
	1.1 Voorgeschiedenis .....	2
	1.2 Inrichtingsmaatregelen .....	5
<b>DEEL 2</b>	<b>Kenmerken .....</b>	<b>6</b>
	2.1 Ligging .....	6
	2.2 Evolutie van de oostelijke kustvlakte .....	7
	2.3 Bodem .....	8
	2.4 Gekende archeologie .....	9
	2.5 Conclusie .....	13
<b>DEEL 3</b>	<b>Veldonderzoek .....</b>	<b>14</b>
	3.1 Methode .....	14
	3.2 Resultaten .....	15
	3.3 Besluit .....	36
<b>DEEL 4</b>	<b>Conclusie .....</b>	<b>37</b>

### DEEL 1     **ALGEMEEN**

#### 1.1     **Voorgeschiedenis**

De haven van Zeebrugge is in volle ontwikkeling en breidt geleidelijk aan uit. Hiervoor worden gebieden aangesneden die op het gewestplan zijn aangeduid als industriegebied. Deze gronden zijn sinds de aanduiding langzaam aan verwilderd en bevatten ondertussen op Europese schaal waardevolle natuur. Wanneer deze natuur verdwijnt, moet die elders gecompenseerd worden. Door middel van een grondenbank koopt de Vlaamse Landmaatschappij (VLM) gronden op in de polders en zet deze om in natuur. Dit houdt de creatie in van 362 ha natuur binnen 10 afgebakende zoekzones.

De Kleiputten van Wenduine liggen in de zoekzone Uitkerkse Polders. In het gebied wordt een grasland en rietmoeras aangelegd.

Conform het Decreet van 30 juni 1993 houdende de bescherming van het archeologisch patrimonium<sup>1</sup> en het Besluit van de Vlaamse Regering van 20 april 1994 tot uitvoering van het decreet van 30 juni 1993<sup>2</sup> worden alle werken van de Vlaamse Landmaatschappij aan artikel 127 onderworpen. Artikel 127 van het decreet van 18 mei 1999 houdende de organisatie van de ruimtelijke ordening bepaalt dat voor vergunningsplichtige werken aangevraagd door publiekrechtelijke personen of instanties een bindend advies moet worden gevraagd aan de bevoegde instantie voor het archeologisch erfgoed.

---

<sup>1</sup> gewijzigd bij de decreten van 18 mei 1999, 28 februari 2003 en 10 maart 2006 (BS 08.06.1999, 24.03.2003 en 07.06.2006).

<sup>2</sup> gewijzigd bij besluiten van de Vlaamse Regering van 12 december 2003 en 23 juni 2006 (BS 15.07.1994, 09.06.2004 en 22.08.2006).



Het advies van de bevoegde instantie <sup>3</sup> was ongunstig voor graafwerken, dieper dan 2,60 m TAW met volgende argumentatie:

1. Voor graafwerken tot 2,6 m TAW en hoger is de kans op het aantreffen van archeologisch erfgoed klein. De bovenste lagen werden immers vergraven bij de kleiontginning, de Romeinse niveaus bevinden zich in regel op een dieper niveau. Indien de plannen dermate gewijzigd worden dat de graafwerken beperkt blijven tot maximaal 2,6 m TAW (ongeveer een halve meter onder het actuele maaiveld), dan vervalt ons ongunstig advies;
2. Tot het tegendeel wordt bewezen, wordt uitgegaan van een hoge archeologische waarde voor dit plangebied. Indien de aanvrager vasthoudt aan de voorliggende plannen, is het aan hem om aan te tonen dat er geen archeologische waarden in de bodem bevinden binnen de te vergraven zone, inclusief een buffer. Dit kan enkel door een dossier samen te stellen met voldoende velddata, bekomen uit proefputten en/of proefsleuven, uitgevoerd conform de bepalingen van het archeologiedecreet van 30/06/1993. Indien bij dit veldonderzoek indicaties worden aangetroffen die wijzen op de aanwezigheid van waardevol archeologisch erfgoed binnen de zones en dieptes die vergraven zullen worden, dan blijft het ongunstig advies behouden. Indien echter op objectieve manier wordt aangetoond dat er zich geen archeologische waarden bevinden binnen de te verstoren zone, dan vervalt het ongunstig advies. In dit scenario is het aan Ruimte en Erfgoed om te oordelen over de validiteit van het ingediende archeologisch dossier.

De bodem werd voorafgaand de uitvoering gekarteerd tot een diepte van 2 m beneden maaiveld<sup>4</sup>. Conform de stedenbouwkundige verplichting werd voorafgaand de grondwerken, maar na de kappingswerken, een proefputten- en proefsleuvenonderzoek uitgevoerd. Naar aanleiding van de resultaten werden de plannen aangepast. Tijdens de eigenlijke uitvoering werd een werfbegeleiding uitgevoerd. Dit rapport is de weergave van dit proces.

---

<sup>3</sup> Beslissing over de stedenbouwkundige aanvraag, Natuurcompensatie Achterhaven Zeebrugge, inrichting Zoekzone 10bis, Kleiputten van Wenduine, met kenmerk 8.00/35029/3298.3.

<sup>4</sup> Chris Vynckier, bodemkarterder VLM Regio West, intern onderzoek

Project	NIG Zeebrugge
Uitvoeringsdossier	Kleiputten Wenduine
Gemeente	De Haan
Deelgemeente	Wenduine
Kadaster	31038A0538/00B000; 0457/00B000; 0463/00A000; 0457/00C000; 0464/00B000; 0503/00A000
X/Y coördinaten	690945 / 221506  61208 / 221452  60950 / 221165  60830 / 221194
Opgravingsvergunning	2011/295
Administratieve naam	NIG WEN 11
Projectmedewerkers	C. Ampe (bodemdeskundige); C. Vynckier (bodemkarteerder); K. Cordemans (archeoloog); K. Gheysen (archeoloog); B. Van Nieuwenhuyse (landmeter)
Externe begeleiding	Sofie Vanhoutte (Onroerend Erfgoed); Wim De Clercq (UGent), Jari Mikkelsen (Raakvlak)
Depot	Onroerend Erfgoed
Depotnummer	D/2014/6375/9
Datum uitvoering	28 oktober – 24 november 2011

#### 1.2 Inrichtingsmaatregelen

De inrichtingsmaatregelen kaderen in de uitvoering van de “Overeenkomst ter uitvoering van de maatregelen voor het vogelrichtlijngebied ‘3.2 Poldercomplex’ die verband houdt met de verdere uitbouw van de haven van Zeebrugge”. De inrichtingsmaatregelen omvatten het kappen en ontbossen van het bestaande populierenbos, beplantingswerken, opbraakwerken, natuurtechnische grondwerken en infrastructuurwerken. Door de verstoring van de toplaag van het gebied door de steenbakkerij zijn enkel de diepere natuurtechnische werken (vanaf 2,60 m TAW) relevant voor de mogelijk aanwezige archeologische site(s).

De geplande graafwerken bestaan uit het afgraven van de bestaande / vervuilde bouwvoor tot ca. 2.60 m TAW. In het zuidelijke gedeelte wordt een grachtenstelsel aangelegd met onderste diepte van 1,80 m TAW (afgraving 1). In de noordwestelijke zone wordt een rietmoeras gecreëerd met een maximale diepte van 2,1 m TAW (afgraving 2). De noordoostelijke zone ligt tussen de kleiputten. Deze zone wordt eveneens verlaagd tot 2,1 m TAW (afgraving 3).

## DEEL 2 KENMERKEN

### 2.1 Ligging

Het onderzoeksgebied ligt in de ankerplaats Uitkerkse Polder op het grondgebied van Wenduine (De Haan). Het onderzoeksgebied ligt langs de Uitkerksestraat ter hoogte van de voormalige steenbakkerij Vander Cruysse (zie fig. 1). Na de klei-ontginning werd het gebied bebost met populieren. Het werd gebruikt als jachtterrein en door de plaatselijke vissersclub. Het terrein heeft een oppervlakte van ca. 11,7 ha, waarvan ongeveer 5,6 ha wordt ingenomen door de visvijvers.

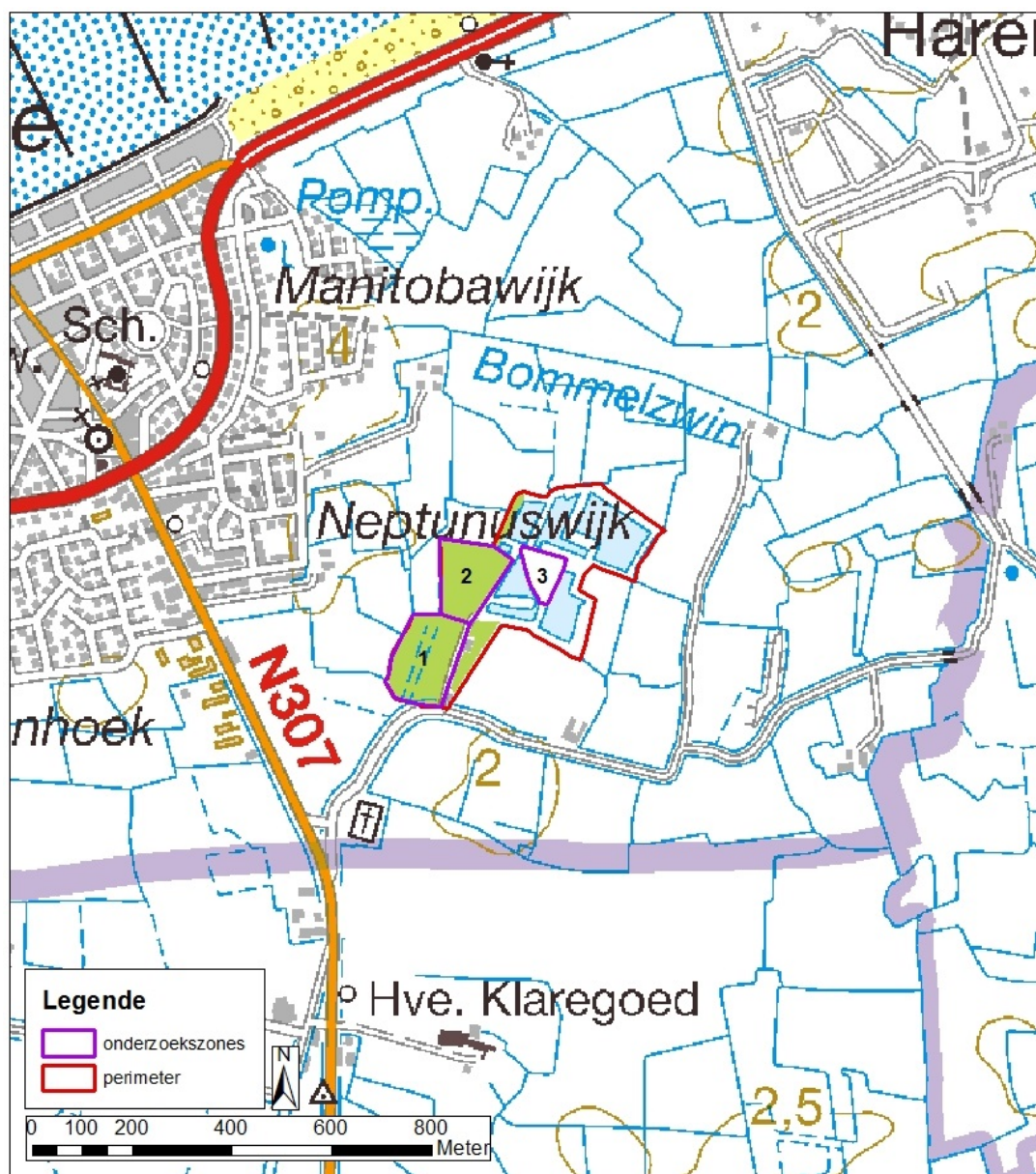


Fig. 1 Ligging van het onderzoeksgebied in de regio met aanduiding van de onderzoekszones.

Bron: Topografische kaart 1/50.000, raster, NGI, © Nationaal Geografisch Instituut

## **2.2 Evolutie van de oostelijke kustvlakte**

Het onderzoeksgebied is gelegen in de Polders, in het oostelijk deel van de kustvlakte. De quartair-geologische kaart toont ter hoogte van de kleiputten een moeras/schorre/slikke, dat aan de westzijde begrensd is door een zeegat/priel/getijdegeul. Ten noorden zijn kustduinen aanwezig.

Dit landschap is ontstaan door ondermeer het smelten van de ijskappen tijdens het Holocene. Door de zeespiegelstijging worden de eolische afzettingen uit het Weichseliaan – Laat-Pleniglaciaal bedekt met kleiige wadsedimenten, waardoor eenmoeras of slikke-en-schorregebied ontstaat. Op andere plaatsen worden deze afzettingen door erosie aangetast en uitgeschuurd, waardoor getijdegeulen ontstaan<sup>5</sup>. Er ontstaat een (veen) ontstaat, van de zee afgesloten door een duinengordel. Hier en daar zijn de duinen doorsneden door grote geulen. Tegen 1000 v.Chr. is de hele oostelijke kustvlakte, tot aan de Brugse dekzandrug, een veenlandschap<sup>6</sup>.

Iets voor onze tijdrekening verandert het systeem. De getijdegeulen dringen steeds verder het veenlandschap in door verschillende factoren. Door de uitbouw van de kust is in de eerste plaats de zandvoorraad opgebruikt, waardoor de zee zand gaat wegnemen van de kustbarrière. Daarnaast is er een verhoogde afvoer van water van de rivieren door de stijging van de neerslag. Menselijke activiteiten (drainage van het veengebied, winnen van turf) zorgen ervoor dat het veen compacteert en gaat inklinken en zo onder de hoogwaterlijn komt te liggen. Door de getijdenwerking worden de zeegaten steeds groter en de daarop aansluitende getijdegeulen steeds dieper. Aan het begin van de Romeinse tijd is er sprake van een dynamisch landschap, waar veengebieden evolueren naar slikken en schorren en waar actieve inbraakgeulen hoog kunnen opslibben en uiteindelijk verlanden<sup>7</sup>. Dit landschap moet nog altijd vrij toegankelijk geweest zijn, getuige de talrijke archeologische vondsten in de regio<sup>8</sup>. Het gebrek aan gebouwsporen te fort Lapin doet vermoeden dat permanente bewoning vooral te vinden is langs de duingordel en op de goed ontwaterde, opgeslibde randen van de geulen<sup>9</sup>.

Het landschap werd gebruikt voor ontginning (veen, zout), exploitatie (beperkte landbouw, nomadische veeteelt) maar houdt steeds een potentiële dreiging van de zee in. Aanleg van dijken (zoals te Stene en te Raverszijde) maakt het mogelijk ook drooggelegde schorren voor landbouwdoeleinden en vee- of schapenteelt te gebruiken. Bewoning in de schorren was mogelijk, zoals in Stene wordt aangetoond<sup>10</sup>.

---

<sup>5</sup> Jacobs, Beirendonck, & Mostaert, 2004, p. 20.

<sup>6</sup> Hollevoet, Hillewaert, Baeteman, Bastiaens, Crombé, & Sergeant, s.d., pp. 19-20; De Clercq, 2011.

<sup>7</sup> Baeteman, 2007.

<sup>8</sup> Voor een overzicht, zie o.m. Thoen 1987; De Clercq, 2011.

<sup>9</sup> Ervynck & et.al., 1999, p. 109.

<sup>10</sup> Demey, et al., 2013.

Op het einde van de Romeinse tijd dringt de getijdenwerking de volledige kustvlakte binnen. Door de getijdenwerking is er steeds meer erosie, en ontwatert het veen steeds verder en klinkt het verder in. Rond 300 n.Chr. is het gebied opnieuw geëvolueerd tot een ondiep getijdenlandschap met een dynamische afwisseling van slikken, schorren en actieve getijdengeulen. Bij elke vloed dringt de zee binnen in de langs de zeegaten in de getijdengeulen. Bij springtij en storm overstromen grote delen van de kustvlakte. Een belangrijke doorbraakgeul ligt tussen Wenduine en De Haan, en een ten oosten van Blankenberge. Bij de doorbraakgeulen wordt een krekensysteem gevormd, van waaruit de oudere sedimenten worden weggeschuurd en nieuwe worden afgezet. Tussen de beide geulen ontstaat een rustig watergebied, waar zware klei tot zeer zware klei wordt afgezet<sup>11</sup>. In de periode 550 – 750 wordt opnieuw een evenwicht bereikt en is er een evolutie naar een slikken- en schorrenlandschap. De geulen raken opgevuld. De verdere verlanding van het gebied is het gevolg van de ontginning en inpoldering.

### **2.3 Bodem**

Op de bodemkaart van België uit 1953 (kaartblad 10W-De Haan 10 E Blankenberge) is het onderzoeksgebied gekarteerd als een oude kleiplaatgrond (C1, het meest noordoostelijk deel staat gekarteerd als C2). Interessant is de onderliggende topografische kaart. Het zuidelijk deel (afgraving 1) staat gekarteerd als een sterk vergraven grond (OT). Het weiland ten westen van het onderzoeksgebied staat gekarteerd als uitgeveend, met een zwaar profiel (OU2). Ten zuiden van het onderzoeksgebied wordt een verdwenen bewoning (OC) aangegeven. Dit is de voormalige steenbakkerij Vander Cruysse. De meest noordoostelijke vijver staat al aangeduid en is gekarteerd als uitgebikte grond, met een zwaar profiel (OG2). Afgraving 3 (de huidige, bestaande driehoek tussen de vijvers) staat eveneens aangegeven als OG2.

Oude Kleiplaatgronden (serie C) worden opgedeeld in 3 profieltypes. In het onderzoeksgebied komt profieltype C1 en C2 voor. Het zijn zware kleien, die op meer dan 60 cm rusten op Duinkerken I-klei<sup>12</sup>. Profieltype C1 bestaat uit zware klei, geelgrijs tot bruingrijs. De zware klei wordt dikwijls op ongeveer 100 cm diepte iets verlicht door het voorkomen van dunne zandlaagjes. De zandlaagjes kunnen ook over het gehele profiel voorkomen. Duinkerken I-kleien komen meestal voor op meer dan 100 cm diepte en zijn niet zo zwaar als de bovenliggende Duinkerken II-klei. Het ganse profiel is kalkhoudend. Profieltype C2 heeft doorgaans een iets zwaardere klei en is grijs van kleur. Ze zijn steeds tot gemiddeld 50 cm diepte ontkalkt.

---

<sup>11</sup> Ameryckx, 1953, p. 10.

<sup>12</sup> De theorie van transgressies, regressies en de bijhorende dateringen van de Duinkerken-fasen worden niet meer ondersteund. Toch worden deze benamingen wel nog gebruikt in de bodemclassificaties. Om deze reden zal enkel gesproken worden van Duinkerken-kleien, maar niet meer van de verschillende fases.

Duinkerken I-kleien zijn altijd afgedekt door Duinkerken II-kleien en zijn hoofdzakelijk te herkennen aan de inclusies. In de bovenste lagen van de Duinkerken I-afzettingen komen vaak plantenresten en kalkconcreties voor; ze zijn kalkrijk (met meer dan 10% calciumcarbonaat) en hebben een grijze of bleekgrijze kleur<sup>13</sup>.

#### 2.4 Gekende archeologie<sup>14</sup>

Al sinds de achttiende eeuw worden in Wenduine geregeld vondsten geregistreerd uit de Romeinse periode. Het betreft hoofdzakelijk losse vondsten op het strand, waarnemingen bij bouwprojecten of uit veenderijen. Typisch voor de tijd worden hoofdzakelijk de makkelijk herkenbare objecten in *terra sigillata* opgemerkt (o.a. kom Drag.30 uit Rheizenabern, schaal Drag.36 uit Trier). Dit leidde in de wetenschappelijke wereld tot meer interesse: zo ontdekte Baron Alfred de Loë in 1894 een zwarte humuslaag op het strand, met ondermeer dakpannen, aardewerk, gewichten van visnetten en dierenbeenderen. Deze laag werd verder onderzocht door de Opgravingsdienst in 1904, 1909 en 1910<sup>15</sup>. Ook tussen 1963 en 1984 spoelde deze bewoningshorizont nog geregeld bloot<sup>16</sup>. De humuslaag wordt geïnterpreteerd als een restant van een Romeinse nederzetting. Het vondstenmateriaal dateert van de Flavische periode tot ca. midden 3<sup>de</sup> eeuw.

In 1917 werd in de veenderij 'Steenoven' te Harendijke (huidige camping Esmeralda) een opgraving uitgevoerd door Unverzagt<sup>17</sup> waarbij hij ondermeer de overblijfselen van een houtbouw aantrof. Deze houtbouw bevatte nog stukken van eiken balken, een dikke laag *tegulae* en *imbrices*, 'inheems' en geïmporteerd aardewerk, te dateren in de tweede helft van de 2<sup>de</sup> en eerste helft van de 3<sup>de</sup> eeuw (CAI-nr. 75182).

In 1954 groef J.Mertens een kleine proefput in de Kleiputten. Hierbij trof hij een afhellende afvallaag aan, met een grote hoeveelheid *terra sigillata*, geverniste waar, kruikjes uit de 2<sup>de</sup> en 3<sup>de</sup> eeuw en 'inheemse waar'. In 1955 stelde de amateurarcheoloog Prudens Verduyn een onderzoek in naar een 'kleilaag, doorspekt met beenderen, mosselschelpen en aardewerkscherven, zoveel dat de klei ongeschikt is voor het steenbakken'<sup>18</sup>. Bij het onderzoek werd hier in een veenlaag een crematiegraf aangetroffen, met een geverniste drinkbeker met zandbestrooiing als urne met de beenderresten van een kind en ernaast een terra sigillata Drag. 33 (Wenduine IIIB). In 1957 onderzocht amateurarcheoloog Leva in 1957 een reeks houten palen aan, waarschijnlijk afkomstig van een dijkbeschutting of een wegsubstructie, met een onbekende datering (Romeins?). Heel veel vondstenmateriaal dateert uit het tweede kwart van de 2<sup>de</sup> tot het midden/derde kwart 3<sup>de</sup> eeuw. Volgens H. Thoen is de houten con-

---

<sup>13</sup> Ameryckx, 1953, pp. 19 – 22.

<sup>14</sup> Voor een algemeen overzicht, zie Vanhoutte, 2013.

<sup>15</sup> CAI 70795.

<sup>16</sup> CAI 70226, ter hoogte van kilometerpaal 43.

<sup>17</sup> Later professor aan de Universiteit van Frankfurt.

<sup>18</sup> Thoen, 1978, p. 112.



### Kleiputten Wenduine

structie mogelijk onderdeel van een *diverticulum* <sup>19</sup>, een secundaire Romeinse weg. Ook mogelijke bewoningssporen kwamen aan het licht. De precieze locatie van het onderzoek van zowel Verduyn als van Leva is niet gekend.

Voorafgaand het hier uitgevoerde onderzoek werd het archief van Mertens bijeengezocht door S.Vanhoutte, met onder andere een foto van deze veenlaag uit 1954 (zie fig. 2). Aan de hand van de achtergrond (zie fig. 3) werd deze veenlaag gelokaliseerd in de tweede meest noordwestelijke veenput (X=61149/Y=221567).



**Fig. 2** Zicht op een humeuze laag onderin de kleiput Deze humeuze (veen-?)laag is te interpreteren als de vondstenlaag, Archief Mertens, © Agentschap Onroerend Erfgoed.

---

<sup>19</sup> Thoen, 1978, p. 112.





**Fig. 3** Overzichtsfoto van de kleiput met op de achtergrond de kustlijn van Blankenberge. Aan de hand van deze foto werd de Mertens'onderzoek gelokaliseerd. Archief Mertens, © Agentschap Onroerend Erfgoed.

Daarnaast kwam tijdens het onderzoek meer informatie aan het licht. Uit de Kleiputten wordt een houten constructie ietwat beschreven door een ooggetuige. De persoon was veel aanwezig op het terrein in de periode 1953 tot 1958 tijdens de zomer. De meest noordoostelijke put was al gegraven. Bij de uitbreiding van de put naar het westen werden (eikenhouten) palen gevonden op een diepte van ongeveer 3 m beneden maaiveld (ca. 0 m TAW). Aan de voet van deze palen lagen hopen schelpen, hoofdzakelijk mosselen, met “milliers de fragments de poterie”.<sup>20</sup> Mogelijk wordt hier de houten structuur, onderzocht door Charles Leva beschreven.

Daarnaast heeft dhr. Delannoye, bewoner van het Proyenhof, op zo'n 300 m ten noordwesten van de Kleiputten, een grote collectie archaeologica verzameld op en rond het hof. Dit omvat zowel Romeins nederzettingsmateriaal, als 12de-14de eeuwse materiaal<sup>21</sup>.

---

<sup>20</sup> Mondelinge informatie Jacques Degroote.

<sup>21</sup> De Decker & Bourgeois, 2000.

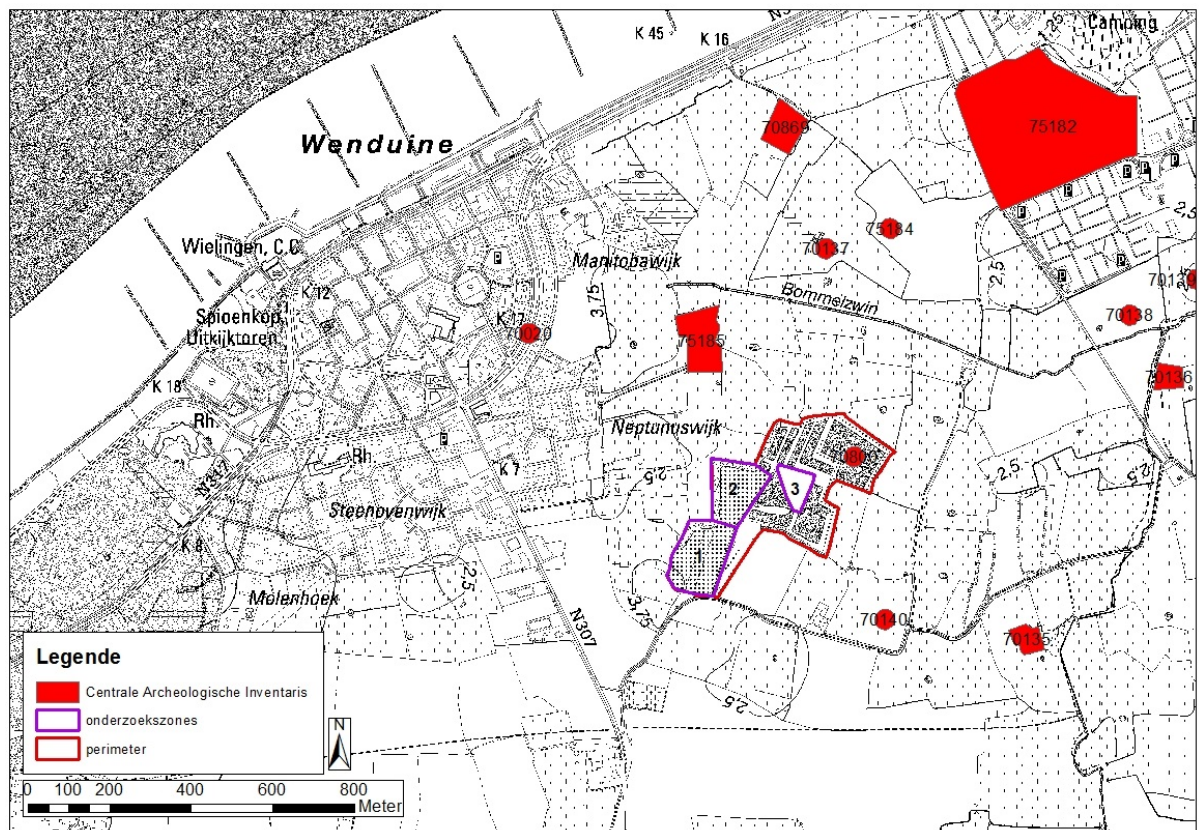


Fig. 4 Overzicht van archeologische vindplaatsen. Bron: CAI, opname maart 2012, Agentschap Onroerend Erfgoed; ondergrond: Digitale versie van topografische kaart 1/10.000, raster, zwartwit, NGI, opname 1991-2008 (AGIV)

## **2.5 Conclusie**

Wenduine is in de Flavische periode (70 – 100 n.Chr.) waarschijnlijk een vissersdorp, gelegen langs-  
heen een geul. Deze nederzetting (Wenduine I, op het strand) wint geleidelijk aan belang en breidt in  
de 2de eeuw in oostelijke richting uit. Vanaf het eind van de 2de eeuw lijkt dit één grote agglomeratie  
(*vicus*) te vormen met de twee andere woonkernen (Wenduine II, ter hoogte van de Ringlaan en  
Wenduine III, ter hoogte van de Kleiputten). De talrijke aanwezigheden van importstukken te Wendui-  
ne III getuigt dat vooral deze laatste een handelsfunctie had. Volgens bepaalde auteurs is Wenduine  
rechtstreeks verbonden met het Romeinse wegennet vanuit Bavay<sup>22</sup>. Voorbij de kustlijn is een ver-  
spreide bewoning aanwezig op de iets hogere delen in het landschap, als geuloevers. Daarnaast zijn  
recent ook aanwijzingen aangetroffen voor opgehoogde sites, zoals te Stene<sup>23</sup> en Ramskapelle<sup>24</sup>.  
Grafvelden liggen nabij de nederzettingen. Infrastructuurelementen als dijkstructuren en wegen<sup>25</sup> zijn  
aanwezig in de kust. Veen- en zoutwinning zijn een belangrijke economische activiteit.

Dit Romeinse (cultuur)landschap is in de kustvlakte afgedekt door een dik kleipakket. Hieronder kun-  
nen (intacte?) sites aanwezig zijn. De aanwezigheid van een grafveld, wegstructuur, en nederzettings-  
vondsten op het onderzoeksterrein, geeft aan dat verder onderzoek noodzakelijk is.

De volgende vragen kunnen hierbij gesteld worden:

- Wat is de landschappelijke opbouw van het gebied?
- Zijn er sporen aanwezig op het niveau van de inrichting?
- Zijn de sporen antropogeen of natuurlijk?
- Hoe is de bewaringstoestand van de archeologische sporen?
- Maken deze sporen deel uit van één of meerdere structuren?
- Behoren de sporen tot één of meerdere periodes?
- Is er een relatie met de sporen, aangetroffen door Mertens en Leva?
- Wat is de archeologische waarde van het gebied op het niveau van de inrichting?
- Is de toekomstige inrichting van het gebied een bedreiging voor deze archeologische waarde?
- Zo ja, hoe kan deze inrichting worden aangepast?

---

<sup>22</sup> Thoen, 1987, pp. 76 – 77.

<sup>23</sup> Demey et al., 2013.

<sup>24</sup> Lopend onderzoek Raakvlak.

<sup>25</sup> Zoals te Raversijde, zie Pieters et al., 2013.

**DEEL 3 VELDONDERZOEK****3.1 Methode**

Voorafgaand het archeologisch onderzoek werd een bodemkundig karterend booronderzoek door C.Vynckier (VLM) op een raster van 25 x 40 m. Dit onderzoek was gericht op het vaststellen van de bodemgesteldheid van de onderlagen, de dikte van de onderliggende klei, de aan- of afwezigheid van veenlagen, vervuiling, grondwaterdiepte, ... Uit deze boringen bleek dat het bovenliggende kleidek vervuild was met recent baksteengruis van de steenbakkerij tot 70 cm diep. Deze vervuilde kleilaag werd in de uitvoering volledig afgegraven. Archeologische sporen zijn hier niet verwacht. Onder het zware kleipakket is een zandiger klei aanwezig, bovenop veen (bovengrens aangetroffen op -0,5 m TAW).

Het maaiveld ligt nu tussen 3 en 3,20 m TAW. Algemeen wordt het Romeinse niveau aan de kust verwacht tussen 1,8 en 2,2 m TAW. De uitvoering van de werken bevindt zich net in dit niveau. Omwille van de archeologische potentie van het gebied, de uitvoeringsdiepte van het project, en de complexiteit van de bodemopbouw, werd besloten om een proefputtenonderzoek uit te voeren. Het onderzoek werd uitgevoerd tot een diepte van minimaal 30 cm onder het aanlegniveau van de werken, dus tot 1.5 m +TAW. De proefputten zijn aangelegd op een raster van 25 x 30 m. Bij het aantreffen van archeologische indicatoren dienen proefsleuven aangelegd te worden.

Zone 1 beslaat het zuidelijk gedeelte van de Kleiputten. In deze zone is de bouwvoor afgegraven tot 2,6 m TAW (de vervuilde laag) en een grachtenstelsel aangelegd tot 1,8 m TAW. In totaal zijn in deze zone 5 proefputten aangelegd voorafgaand de aanleg van het grachtenstelsel. De ligging van put 1 t/m put 5 is geënt op het grachtenstelsel.

Zone 2 ligt ten noorden van zone 1 en bevat de proefputten 6 t/m 11. In deze zone is de bouwvoor eveneens afgegraven tot 2.6 m TAW. Hierna werden de proefputten gegraven volgens een verspringend driehoeksgrid van 25 x 40 m. In deze zone is achteraf een moeraszone (ondiepe depressie) aangelegd, met een centraal een droge zone als rustplaats voor de natuur.

Zone 3 ligt ten oosten van zone 2 tussen de nog bestaande kleiputten. Proefputten 12 tot 15 zijn hier aangelegd, volgens het driehoeksgrid in de zone met een geplande uitvoering dieper dan 2.5 m TAW.

In proefput 7 is een mogelijke looplaag aangetroffen. Hierop werd beslist om een proefsleuf aan te leggen tussen proefput 7 en proefput 8. Een tweede en derde proefsleuf zijn haaks op proefsleuf 1 aangelegd.

Proefput 2 gaf een afwijkende interpretatie van de rest van de zone. Hier werd dan ook een proefsleuf 5 aangelegd in noordzuid-richting.

Alle vondsten werden verzameld per vlak en zone. Sporen en profielen werden getekend op schaal 1/20, gefotografeerd en beschreven.. Pollenmonsters werden genomen en onderzocht<sup>26</sup>. Botmateriaal werd geselecteerd en gedateerd door middel van 14C-onderzoek<sup>27</sup>.

### 3.2 Resultaten

#### 3.2.1 Proefputten<sup>28 29</sup>

##### 3.2.1.1 Natuurlijke profielen

De proefputten 1, 3, 4, 5, 6, 9, 10 en 11 zijn alle aangelegd tot 1.50 m TAW. Ze zijn gekenmerkt door een zeer compacte klei, gestratificeerd met zandige laagjes. Deze zandige laagjes zijn kenmerkend voor afzettingen in sterk dynamische milieus, door zeewerking,....De compacte tot zeer compacte klei is op zijn beurt weer afgezet in een veel minder dynamisch milieu. Dit komt overeen met de afzettingen zoals beschreven door Ameryckx (zie hoger): bij storm of springvloed overstroomden de zones tussen de inbraakgeulen. In een eerste instantie worden de zanden afgezet tijdens de hoge dynamiek, terwijl erna de kleiige sedimenten zich afzetten. Deze stratificatie is duidelijk zichtbaar in put 3 (fig. 5).

---

<sup>26</sup> Verbruggen & van der Linden, 2012.

<sup>27</sup> Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium

<sup>28</sup> Ligging proefputten: zie bijgevoegde kaart.

<sup>29</sup> Een beschrijving van de werkputten en lagen is achteraan bijgevoegd.





**Fig. 5** Put 3, noordprofiel. Onder de bouwvoor en verstoorde klei is duidelijk de zand- en klei-stratificatie te zien.

Put 5 bevatte onderin een slikke-afzetting op 1,55 m TAW. De klei is niet gerijpt (geen stabilisatiehorizont) en de bovenzijde is weg geërodeerd. De oorspronkelijk bovenliggende lagen zijn volledig weggeërodeerd door een snel dynamisch systeem. De periode van afzetting is niet te achterhalen. Afgaand op de kleur en compactie kan dit een post-Romeinse stabilisatie uit een laag-dynamisch milieu zijn. Ook een Romeinse datum is niet uit te sluiten. Vondsten werden niet aangetroffen.



**Fig. 6 Put 5 met onderin een slikke-afzetting (donkere kleur). De bovenliggende lagen vertonen een duidelijke stratificatie van klei- en zandlagen**

Putten 9 en 11 zijn machinaal aangelegd tot 1.50 m TAW, maar zijn lokaal verdiept. In put 9 was een gelijkaardige opvulling aanwezig als in de overige putten. De slikke-afzetting is gelijkaardig als deze in put 5 en put 7 (zie verder) en bestaat uit een plastische, grijze klei. Deze slikke werd aangetroffen op 1.10 m TAW. In put 11 was deze laag aanwezig op 1 m TAW. Veenfragmenten waren aanwezig op 0,5 m TAW.

Ook putten 14 en 15 vertonen een gelijkaardig profiel. In put 14 was de klei op 1,90 m TAW volledig gereduceerd en plastisch.. Antropogene indicatoren zijn niet aangetroffen.. Put 15 (fig. 7) heeft een eerder gelaagd profiel, afwisselend een zeer stugge klei, en zand tot 2 m TAW. Onder dit zand is een grijze, plastische klei geregistreerd, met hierin een verticaal spoor (S1) blauwgrijs). Opmerkelijk was de aanwezigheid van kalkklompjes en wortelgangen, wat doet vermoeden dat dit een natuurlijk spoor is.





**Fig. 7** Proefput 15, met aanduiding van de verschillende opvullingslagen en een natuurlijk spoor.

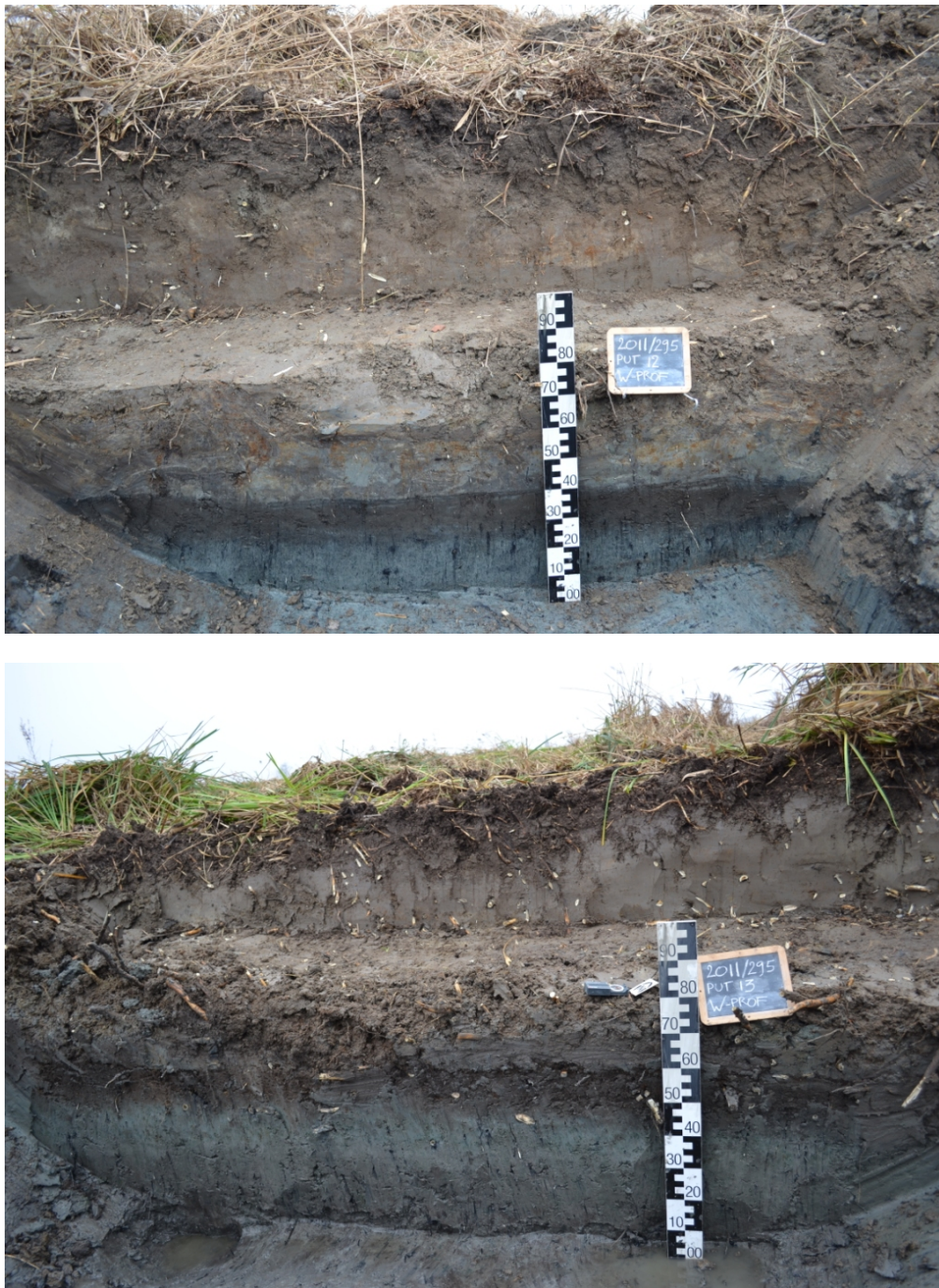
In de proefputten 1, 3 t/m 6, 9 t/m 11, 14 en 15 werden geen vondsten, sporen of structuren aangetroffen. De bodem is afgezet in een sterk eroderende omgeving. Vondsten of structuren lijken weinig waarschijnlijk. Enkel in put 5 is de onderliggende bodem bewaard in de vorm van een slikke (zie verder). Vondsten of structuren hierin lijken weinig waarschijnlijk.

### 3.2.1.2 Profielen met antropogene invloed

Putten 12 (fig. 8, boven) en 13 (fig. 8, onder) vertoonden een afwijkend profiel. In put 12 was een antropogene vulling aanwezig tot 2,10 m TAW. De klei was sterk vermengd, met grote brokken, en toont een snelle opvulling (antropogeen) aan. Onder deze klei was een bruine, zeer humeuze, amorphe laag aanwezig, die wees op een begroeiingslaag, ontstaan onder water. Hieronder is een blauwgrijze, zeer plastische klei aanwezig. Het ontbreken van bodemvormende kenmerken (oxido-reductie, rijpening, ....) toont aan dat deze bodem altijd zeer nat geweest is. Put 13 had een gelijkaardig profiel.

De bodemkaart uit 1953 toont aan dat in zone 3 een uitbrikking aanwezig was. De begroeiingslaag toont aan dat deze kuilen gedurende een tijd hebben open gelegen, vooraleer ze opnieuw (machinaal) opgevuld werden. Een loopvlak of andere archeologische indicatoren zijn hier niet aangetroffen.





**Fig. 8** Proefput 12 (boven) en proefput 13 (onder), met een duidelijke overgang van een verstoorde opvullingslaag naar een onderwaterbodem.

### 3.2.1.3 Profielen geselecteerd voor verder onderzoek

#### *Put 8*

Proefput 8 bestond enerzijds uit het afzettingspakket zoals hoger besproken. De onderste lagen van dit afzettingspakket (laag 5, laag 6) vertonen een hogere organische component, wat verklaard wordt door de aanwezigheid van vegetatie tijdens het afzetten van dit sediment. De klei-zandafwisseling

wijst op een overstromingssequentie. Laag 7 ( 1.62 – 1.40 m +TAW) daarentegen kenmerkte zich als een een gerijpte, donkerbruingrijze laag, gevlekt met oxidaties, wortelconcreties en houtskool. Romeins vondstenmateriaal is hierin aanwezig. Deze laag lag bovenop een blauwgrijze klei met vondstenmateriaal (laag 8, Cp-horizont). Een pollenstaal werd genomen (m.2) en voor analyse verstuurd (zie verder).

Laag 7 en laag 8 verschillen geomorfologisch duidelijk van de bovenliggende lagen. Lagen 2 t/m 6 worden gekenmerkt door een afwisseling van compacte klei met zandlenzen. Een dergelijke openvolging duidt op een actieve overstromingsfase waarbij het grofste sediment (zand) het eerst wordt afgezet. Wanneer het water stilstaat en/of terugtrekt wordt het fijnere sediment (klei) afgezet. Laag 6 vertoont een hoger gehalte aan humeus materiaal (o.m. te herkennen aan de donkerder kleur). Mogelijk werd bij de eerste overstromingsfase humeus organisch materiaal meegenomen en hier afgezet. Anderzijds kan de organischeaanwezigheid ook verklaard worden door het afdekken van de begroeiingshorizont van laag 7.

De klei uit laag 7 en 8 verschilt van deze uit de bovenliggende kleien. In deze lagen werd geen zand aangetroffen, wat duidt op afzettingen in een kalm milieu. Daarnaast is een veel hogere organische component aanwezig in deze lagen. Een duidelijke bodenvorming is aangetroffen in laag 7 in de vorm van oxidaties. Dit duidt op een geregeld droogvallen van de bodem en een rijping van de klei. Wortelgangen wijzen op een begroeiing. In laag 8 ontbreekt deze rijping en is de klei terug plastischer.

Hier is er sprake van een slikke- en schorrenmilieu, bepaald door de getijden (eb en vloed). Slikken worden tweemaal daags overspoeld bij vloed en vallen min of meer droog bij laag water. Er wordt telkens een dun laagje sediment afgezet, meestal zeer fijn kleiig materiaal. Hierdoor komt de slikke telkens hoger te liggen. Uiteindelijk evolueren de slikken, na een tussenfase van platen, in schorren. Schorren liggen aan de landwaartse kant van slikken en overspoelen enkel nog bij springvloed of extreem hoog tij. Aan de voet van de schorren blijft het water in- en uitstromen, terwijl het hoger gelegen deel niet meer overstroomt. Op deze manier ontstaan krekens<sup>30</sup>.

Door de aanwezigheid van de duidelijke rijping van de klei, de oxidaties en duidelijke vegetatiegangen in laag 7 kan deze laag beschouwd worden als een schorre-afzetting, laag 8 is een slikke-afzetting.

---

<sup>30</sup> Baeteman, 2008.





**Fig. 9** Proefput 8, westprofiel met aanduiding van de verschillende horizonten. Op ca. 20 cm is duidelijk de overgang aanwezig tussen de gestratificeerde klei en de onderliggende, gerijpte kleilaag (laag7).

## Werkput 8 \_ westprofiel

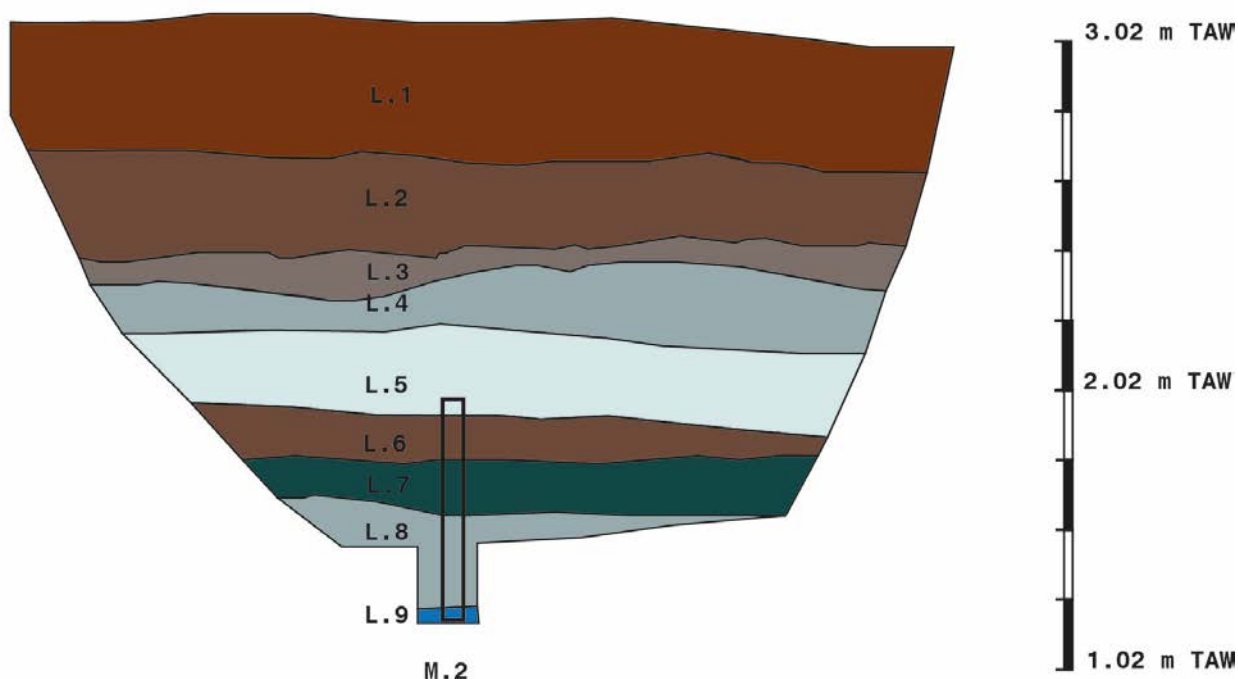


Fig. 10 Profiel 8 – westzijde. Pollenbak monster 2 wordt aangeduid door een rechthoek. De schaalat verspringt elke 20 cm.

- L.1 Bouwvoor, donkerbruin-bruin, humeus, doorworteld
- L.2 Klei, humeus, bruin, zeer compact, oxidatie
- L.3 Klei, zeer compact, bruingrijs, oxidatie
- L.4 Klei, zeer compact, zandige bijmenging, gelaagd maar niet lateraal (grillig) door golfslag?, grijs, oxidatie
- L.5 Klei, zeer compact, gelaagd met zand, oxidatievlekken ca. 10%, ongeveer elke cm klei-zandlens
- L.6 Klei, zeer compact, oxidatie ca. 15%, donkerbruingrijs, humeuzer, gescheiden van L.7 door zandlens (fragmentair) van ca. 1 cm
- L.7 Klei, compact, donkerbruingrijs, gevlekt met oxidatiespikkels, wortelconcreties, schelpengruis (schorre)
- L.8 Klei, blauwgrijs, oxidatiesporen, vondst 2 op overgang tussen L.7 en L.8
- L.9 Klei, blauwgrijs, volledig gereduceerde bodem, plastisch

### Kleiputten Wenduine

Ook onderin put 7 was een meer plastische klei aanwezig (ca. 1.15 – 0.94 m + TAW). Deze bodem is altijd nat geweest en heeft geen kans gehad uit te rijpen. De aanwezigheid van wortels van waterplanten, schelpengruis, ... wijst op een onderwaterbodem, ontstaan door de inspoeling van sediment en organisch materiaal (zogenaamde slikke)



Fig. 11 Proefput 7, westprofiel.



#### Put 2

Proefput 2 is gelegen in de zuidelijke zone. De opbouw van put 2 bestaat uit een zwaar kleiige, gemengde vulling, en is niet gehomogeniseerd. De lagen liggen hellend, wat wijst op een gracht. De proefput werd geselecteerd voor verder onderzoek.



Fig. 12 Westprofiel proefput 2.

#### 3.2.1.4 Besluit proefputten

Antropogene indicatoren zijn aangetroffen in put 2 en put 8. Zowel in put 5, 7 als 8 zijn oudere klei-afzettingen aanwezig onder de gestratificeerde klei-afzettingen uit de post-Romeinse tijd. De antropogene indicatoren uit 2, 12 en 13 zijn duidelijk te relateren aan de klei-ontginningen uit de recente tijd. Dit is ook duidelijk zichtbaar in het terreinreliëf na het maaien van het riet: de randen van de zone liggen opmerkelijk hoger dan de kern.

In zone 1 waren vondsten noch structuren aanwezig binnen de aangewezen afgraafdiepte van 1.5 m TAW, behalve ter hoogte van proefput 2. Proefput 5 bevatte een mogelijke laag op 1.55 m + TAW. Gezien de diepe ligging (-25 cm onder het uitvoeringsniveau), de excentrische ligging van de proefput en verstoring in de aard van grachten, zal het potentieel aanwezige archeologische niveau hier niet verstoord worden.

In zone 2 werd een archeologische laag aangetroffen in proefput 8. In proefput 7 is deze niet aanwezig, maar door de niet-gerijpte klei aan de onderzijde, duidelijk te onderscheiden van de latere, mariene afzettingen (Duinkerken-II afzettingen), is het aangewezen een proefsleuf te graven tussen proefput 7 en 8 om het bodemkundig en landschappelijk verband tussen de twee proefputten te bestuderen. Van de overige proefputten neigt proefput 6 naar de sterk geërodeerde en gesedimenteerde putten van zone 1, terwijl de overige putten 9 t/m 11 in een eerder kalmer milieu zijn opgevuld. Dit komt tot uiting in de fijnere klei en een verminderd aantal aanwezige zandlaagjes.

#### 3.2.2 Proefsleuven

Tussen proefputten 7 en 8 werd een sleuf getrokken om de aanwezige Romeinse laag te waarderen en landschappelijk te situeren. Ook dwars hierop werd een proefsleuf aangelegd om de lengte van deze laag te situeren. Daarnaast werd ook put 2 uitgebreid om de antropogene vulling te plaatsen.

**Proefsleuf 1** werd aangelegd over put 8 richting put 7. In eerste instantie werd de zware klei gedeeltelijk weg gegraven omwille van de veiligheid. Sporen werden hierop niet aangetroffen. In een tweede fase werd een eerste vlak aangelegd bovenop de Romeinse laag (laag 7) om te controleren op sporen of structuren. Laag 7 werd gefaseerd afgegraven. Bedoeling was het herkennen van sporen en structuren indien aanwezig, en het verzamelen van het archeologisch materiaal (in vakken van 5 m). Putten 7 en 8 werden verdiept om het profiel beter te kunnen bestuderen.

**Proefsleuf 2** werd dwars op proefsleuf 1 gezet in zuidelijke richting. De keuze van aanzet werd bepaald door de dikte van laag 7, maar ook de ligging binnen het project. Op anderhalve meter werd de laag doorsneden door een post-Romeinse gracht (spoor 1). De vulling van de gracht is te dateren in de 11de-14de eeuw (Vondst 24). Voorbij deze gracht liep het paleoreliëf snel op en was het Romeinse niveau weggeërodeerd. Daarnaast werd de rand van de uitgraving bereikt.

**Proefsleuf 3** lag in het verlengde van proefsleuf 2, aan de noordzijde van proefsleuf 1. De laag liep quasi horizontaal. Op 6 m afstand werd de laag opnieuw doorsneden door een gracht (spoor 1). Voorbij deze gracht was de Romeinse laag niet meer aanwezig maar bestond de laag uit een gelijkaardige, lichter grijze klei (gelijkend op de Cp-horizont), maar meer gestratificeerd met zand. Opvallend was een lagere densiteit aan vondstenmateriaal. Terwijl in proefsleuf 2 op anderhalve meter meer dan 2 zakken vondsten te voorschijn kwamen, was in volledig proefsleuf 2 slechts een halve zak aanwezig.

**Proefsleuf 4** is de uitbreiding van proefput 7 richting proefsleuf 1. Bedoeling was het zoeken van het niveau van de Romeinse laag. In de proefsleuf werd een geulsituatie aangetroffen. Na het dichten van de sleuven werd proefsleuf 4 verder uitgebreid, om de verbinding met proefsleuf 2 te kunnen maken.

**Proefsleuf 5** is de uitbreiding van proefput 2. In de proefsleuf werd een recente gracht aangetroffen (spoor 1). De gracht heeft een diepte van meer dan drie meter, is zeer recht gegraven, heeft een heterogene vulling (machinaal gevuld?) en bevatte helemaal onderin een klein brokje gele baksteen. Mogelijk heeft deze gracht zijn oorsprong in de steenbakkerij. Op het kadaster is ter hoogte van deze gracht een perceelsgrens aanwezig.



3.2.2.1 Resultaten <sup>31</sup>

In de proefsleuven 1 – 3 werd de aanwezigheid van een Romeinse laag bevestigd. De laag bestaat uit een zeer compacte, donkerbruingrijze klei. De laag is vermengd met schelpengruis en bevat veel wortelconcreties en ijzeroxidaties, wat typisch is voor een schorre<sup>32</sup>. Deze schorre situeert zich tussen 1,70 en 2,10 m TAW. Een grote hoeveelheid vondstenmateriaal, hoofdzakelijk aardewerk, was in deze laag aanwezig. Dit materiaal dateert de laag in de 2<sup>de</sup> eeuw n.Chr. (zie verder). Bovenop de schorre is een kleilig pakket met een fijne zandgelaagdheid aanwezig, wat wijst op mariene afzettingen. Naar het zuiden en het westen loopt het paleo-reliëf vrij snel op (rand van de schorre). De grens van de schorre (en dus de hiermee vermengde Romeinse laag) wordt bepaald door de mariene erosie en afzettingen en het onderliggende reliëf. Deze vegetatielaag stijgt dus licht naar het westen en zuiden op waar ze wordt afgetopt. Alles hoger dan 2.05 m TAW was weggeërodeerd door jongere mariene afzettingen. De hellingsgraad van de archeologische horizont duidt er echter op dat het hoogste Romeinse niveau wellicht nog iets hoger dan 2.05m TAW moet zijn geweest.



**Fig. 13** Oostprofiel sleuf 2, in het verlengde van sleuf 3. De Romeinse laag is hier ontwikkeld tot een duidelijke schorre (zwarte band). Aan de zuidzijde wordt deze doorsneden door een middeleeuws grachtje. In de ondergrond loopt de bodem duidelijk op naar het zuiden toe, met oudere slikkes hieronder aanwezig.

<sup>31</sup> Gedeelten van deze tekst zijn al eerder gepubliceerd in Signa (Gheysen, Vanhoutte, & De Clercq, 2013, pp. 63-70)

<sup>32</sup> Mondelinge mededeling C. Baeteman

Ten westen van de afgetopte zone, met zo'n breedte van 23 m, daalt het paleoreliëf naar het westen (proefsleuf 4). Hier helt de laag van oost naar west, van 1,45 m TAW tot 0,65 m TAW over een afstand van ca 5 m, dus in tegenovergestelde richting als de eerstvermelde horizont. Een vegetatiehorizont bovenop de slikke is aangetroffen, bedekt door een dunne sliblaag en mariene, gestratifieerde kleien. In deze slikke werd een Romeinse scherf aangetroffen. Deze diepere laag vertoont de verschillende overgangen van laag naar hoger van een venige bodem naar een drogere (slikke)bodem; een sedimentatiehorizont dus met een scherpe overgang van een geulsituatie met weinig sediment, over een slikke naar een schorre. In deze horizont werd één Romeins gereduceerd bodemscherfje en een wandscherf van een kruik aangetroffen. Bovenop deze venige laag werd een dun sliblaagje aangetroffen met houtskool, met daarbovenop een pakket homogene, grijze klei. Uit dit sliblaagje werden in gereduceerd aardewerk een randscherf en een wandfragmentje gerecupereerd.



**Fig. 14 Proefsleuf 4. Onderin is de overgang zichtbaar tussen de venige bodem en de onderliggende kleien.**

Deze hellingscontext is geïnterpreteerd als een geulrand of oeversituatie. De analyse van het pollen uit de venige horizont wijst op veenmos en heeft daarnaast dierlijke mestschimmels en darmparasieten opgeleverd, wat duidt op mestafval die zeker deels van dierlijke oorsprong is. Het slibachtig laagje erboven bevatte hoofdzakelijk pollen van algemene planten en hoogveenplanten, wat een natte context indiceert. De overgang van de slikke naar de schorre ligt op ca. 1 m + TAW (zie profiel 1 achteraan).





Fig. 15 Detail van de venige laag (laag 7), in proefsleuf 4/put 7.

Naar het noorden (sleuf 3) en in mindere mate naar het oosten (sleuf 1- oost) daalt het paleoreliëf geleidelijk. De schorrelaag, met hierin de archeologica, ligt op een hoogte tussen 1.32 en 1.20 m+ TAW, waarna de schorre overgaat in de eerder vernoemde plastische, grijze klei (= slikke, zie vb. proefput 9). Ter hoogte van deze overgang wordt de laag doorsneden door een postmiddeleeuwse gracht, waarna de laag niet meer werd aangetroffen. Hoe verder naar het noorden, hoe minder archeologica aanwezig. Een reducerende pot/beker (fig. 18:16) werd vrij intact halverwege de sleuf aangetroffen. De oostgrens werd niet vastgesteld (rand onderzoeksgebied). Door het verminderen van het aantal vondsten aan de oostzijde lijkt de grens van de vondstenspreiding bereikt.



**Fig. 16** Proefsleuf 3 in de oostelijke richting. Het aantal vondsten verminderde stelselmatig verder naar het oosten.

Algemeen komt het beeld naar voren van een slikken- en schorregebied, met een hoger liggende (geul-)rug of opgeslibde schorre (schorreplaat). Aan de noordoostzijde van de rug zijn schorren aanwezig, die langzaam overgaan in een slikke. Aan de zuidwestzijde is een (actieve?) geul aanwezig. De grote hoeveelheid vondsten toont aan dat er bewoning aanwezig was op deze rug. Het afval werd op de schorre gegooid. Opmerkelijk is wel dat bijna geen botmateriaal of metaalvondsten zijn aangetroffen. Het vondstenmateriaal omvat hoofdzakelijk aardewerk.

Op een gegeven moment werd de zeewerking (erosie en afzetting) te sterk voor de site. De hogere (en gedeeltelijk ook de lagere) zones zijn weg geërodeerd en opnieuw met een fijne sedimenten (klei), gelaagd met grovere sedimenten (zand) in de actieve fasen.

Daarnaast wordt de laag doorsneden door een grachtje uit de late middeleeuwen.

Samenvattend ontstaat hier een beeld van het eindpunt van een minimaal 30 cm boven het omgevende gebied uitstekende schorreplaat die langs de noord- en westkant aangesneden is door een noord-oost-zuidwest lopende geul en langs de oostkant een zachte helling kent naar een lager deel van de schorre. De rug vertoont immers een asymmetrische doorsnede in O-W richting, met een steil front aan de west- en noordkant en een zwakke helling naar het noordoosten op. Vermoedelijk is de laag in verband te brengen met bewoning die op het eindpunt van de hoge schorreplaat gesitueerd was, die minstens opgeslibd was tot 2,05 m TAW voorafgaand aan de occupatie. Het aardewerk evenals wat botmateriaal (geit/schaap) zijn de laatste restanten van deze bewoning. Gezien de lage graad van fragmentatie en de versheid van de breukvlakken, kan met vrij grote zekerheid aangenomen worden

dat het materiaal geen sterke laterale verplaatsing onderging. Er werden overigens geen structuren zoals palen of greppels gevonden, doch dit is mogelijk in verband te brengen met de beperkt opgegraven oppervlakte.

#### 3.2.2.2 Vondsten

Behalve wat schelpen (twee wulken en een kokkel) en wat dierlijk bot (23 kleine fragmenten, vooral schaap/geit)<sup>33</sup> dat met de hand werd ingezameld, werd vooral aardewerk gerecupereerd uit de antropogene horizont. Verder werd ook nog een klein fragment bewerkt bot of ivoor aangetroffen versierd met een fijne cirkelvormige groef, mogelijk van een spin- of speelschijfje.

Het gros van de vondsten omvat aardewerk. Er zijn zo'n 620 aardewerkfragmenten gerecupereerd, die een minimum aantal individuen van 58 exemplaren vertegenwoordigen. De fragmentatiegraad is bij sommige stukken laag en de versheid van de breuken is hoog, wat suggereert dat het materiaal weinig tot geen laterale verplaatsing of verspoeling onderging.

Het gros van het gevonden aardewerk is van lokale of regionale herkomst, slechts een beperkt deel werd geïmporteerd. Onder de importen fijne waar dient *terra sigillata* (7% van het MAI), vooral uit Lezoux, vermeld te worden waarbij onder andere de vorm van het tweede eeuws bord Drag. 18/31 of 31 vertegenwoordigd is (Fig 18: 1-2), aangevuld met het bord Curle 15 (Fig 17: 3)<sup>34</sup>. Uit Rheinzabern stamt de kraagkom Drag. 38 (Fig 17: 4). Geverniste waar (5% van het MAI) is afkomstig uit Keulen<sup>35</sup> (beker Niederbieber 32, late tweede en vroege derde eeuw (Fig 17: 5) en onder de vorm van metaalglasswaar mogelijk uit La Madeleine of uit Trier (deukbeker Niederbieber 33, late tweede en derde eeuw (idem, Fig 17: 6). Slechts enkele scherfjes *terra nigra* werden opgemerkt (2% van het MAI), aangevuld met de groep 'fijn reducerend' (3% van het MAI). Opmerkelijk binnen de laatste categorie is evenwel de vondst van een wandscherf van een kom van de zgn. London-ware style groep<sup>36</sup> (Fig. 17: 7). Deze aardewerkgroep komt vooral in ZO-Engeland voor en kenmerkt zich door een combinatie van halve cirkelmotieven (soms aangebracht m.b.v. een passer), rolstempelmotieven en geïnciseerde lijnen. De groep komt voor vanaf de Flavische tijd tot in de tweede eeuw. Ook op het continent, meer bepaald in Cuijck, werd (uitzonderlijk) aardewerk in deze stijl geproduceerd<sup>37</sup>. Op basis van het baksel betreft de vondst uit Wenduine vrijwel zeker een Britse import.

Bij de importen gewoon vaatwerk zijn de wrijfschalen beperkt (3% van het MAI) aanwezig. Ze stammen uit Bavay (Fig. 17: 8). Opslagwaar onder de vorm van dolia (2% van het MAI) en amforen (Zuid-Spaans, 4% van het MAI) is eveneens schraal vertegenwoordigd binnen het complex. Kruiken (10%

<sup>33</sup> Determinatie door A. Ervynck (Onroerend Erfgoed).

<sup>34</sup> Webster, 1996.

<sup>35</sup> Haalebos, 1990.

<sup>36</sup> Marsh, 1978; Tyers, 1996, pp. 170-171.

<sup>37</sup> Haalebos, 1990.

van het MAI) lijken dan weer meer gebruikt geweest te zijn, en werden vooral in zgn. Scheldevalleibaksel uitgevoerd (Fig 17: 9-12), een bakselgroep die ongetwijfeld bestaat uit meerdere vooralsnog onontdekte productieplaatsen die in de Franse, Belgische en Nederlandse Scheldevallei gezocht moeten worden<sup>38</sup>. Daarnaast werden ook fragmenten van exemplaren uit Bavay en een kruikbodem uit Keulen aangetroffen (Fig 17: 13).

De voornaamste groepen vaatwerk zijn het gedraaide, reducerend gebakken (24% van het MAI) en het handgemaakt, nagedraaide vaatwerk (40% van het MAI). De eerste groep bestaat technisch uit enerzijds enkele importen uit het noorden van Frankrijk, die zich kenmerken door een hard baksel en zilverkleurige gladdingslijnen (Fig 18: 14). Anderzijds zijn er vooral fragmenten van (kook)potten met eenvoudig naar buiten gebogen rand en netvormige of lijnvormige gladdingsmotieven (Fig 18: 15-16), en enkele randjes van (kook)potten met sikkelvormige dekselgeulrand (Fig 18: 17-20) en een deksel (Fig 18: 21), allen vervaardigd in de kwartsrijke techniek typisch voor het Noord-Menapische gebied.

In het spectrum van de vaatwerk dominerende handgevormde waar met baksel uit kwartsrijke klei aangevuld met schervengruis en vegetaal materiaal, komen vooral (kook)potten voor met naar buiten gebogen rand, versierd met nagelindrukken op de lip, en kamstrepen op de wand, al of niet aangevuld met gladdingslijnen en indrukken op de schouder (Fig 19: 22-28). Ze sluiten goed aan bij een traditie die zich vanaf het laatste kwart van de tweede eeuw nadrukkelijk manifesteert in het Noord-Menapische kustgebied<sup>39</sup>. Net als bij de fijne waar is ook in deze groep Britse import vastgesteld. Het betreft een rand van een pot in zeer kwartsrijk baksel in Black Burnished 1-traditie (Fig 19: 29)<sup>40</sup>. Ook naar binnen gebogen randen van handgevormde kommetjes zijn aangetroffen (Fig 19: 30-34).

Het geheel van de ceramiek is indicatief voor een datering in de tweede helft van de tweede, mogelijk nog vroege derde eeuw. Daarmee plaatst het ensemble zich overigens chronologisch gelijk met het complex Zeebrugge Donk 3<sup>41</sup>. Een botfragment schaap/geit van de site Wenduine-Kleiputten 2011 werd geselecteerd voor <sup>14</sup>C-datering. Dit leverde een resultaat van 1880±25 BP op, wat een gekalibreerde datering met 95,4% waarschijnlijkheid tussen 70 en 220 na Chr. oplevert<sup>42</sup>, wat in lijn ligt met de datering van het aardewerk.

---

<sup>38</sup> Thuillier, 2001.

<sup>39</sup> De Clercq, 2009; Vanhoutte & De Clercq, 2007.

<sup>40</sup> Tyers, 1996.

<sup>41</sup> De Clercq, 2009

<sup>42</sup> Analyse door M. Van Strydonck (KIK): KIA-48172.

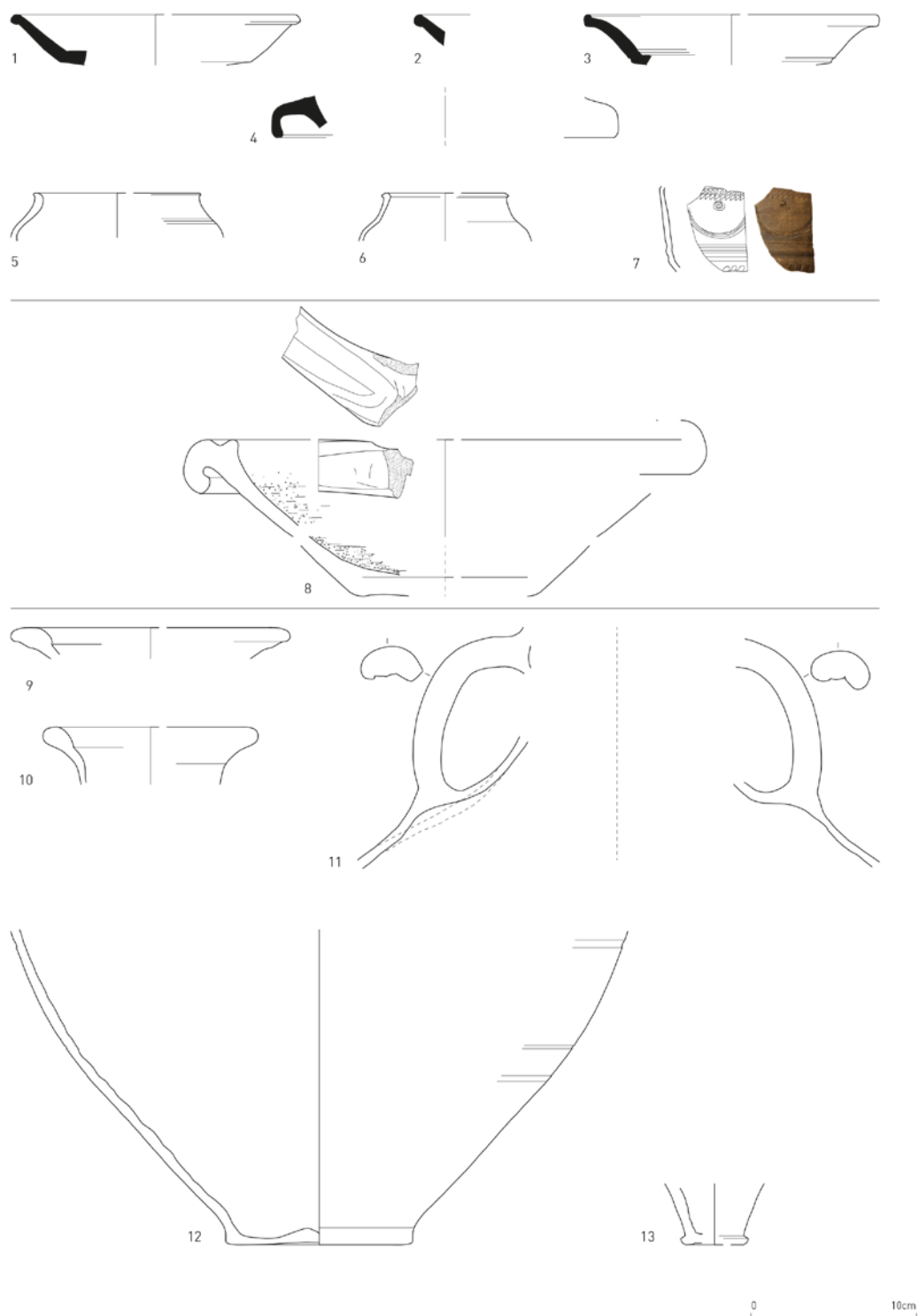
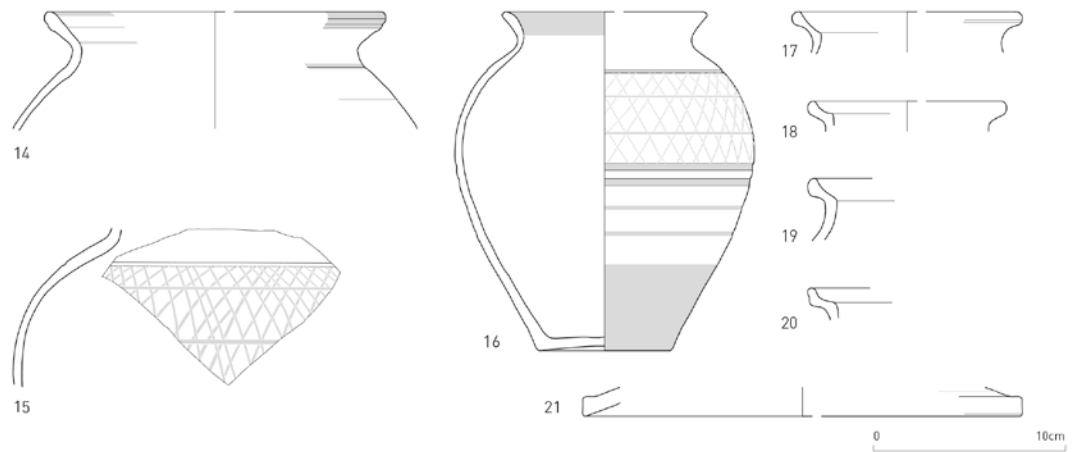


Fig. 17 Importaardewerk op de site Wenduine-Kleiputten 2011: 1-7; fijne waar (1-4: *terra sigillata*; 5-6: geverniste waar; 7: fragment kom in London-ware style); 8: mortarium; 9-13: kruikwaar. Schaal 1/4 (Tekeningen: Sylvia Mazereel; Foto inzet: Hans Denis (beide Onroerend Erfgoed)).



**Fig. 18** Gedraaid, reducerend gebakken aardewerk van de site Wenduine-Kleiputten 2011. Schaal 1/4 (Tekeningen: Sylvia Mazereel (OE)).



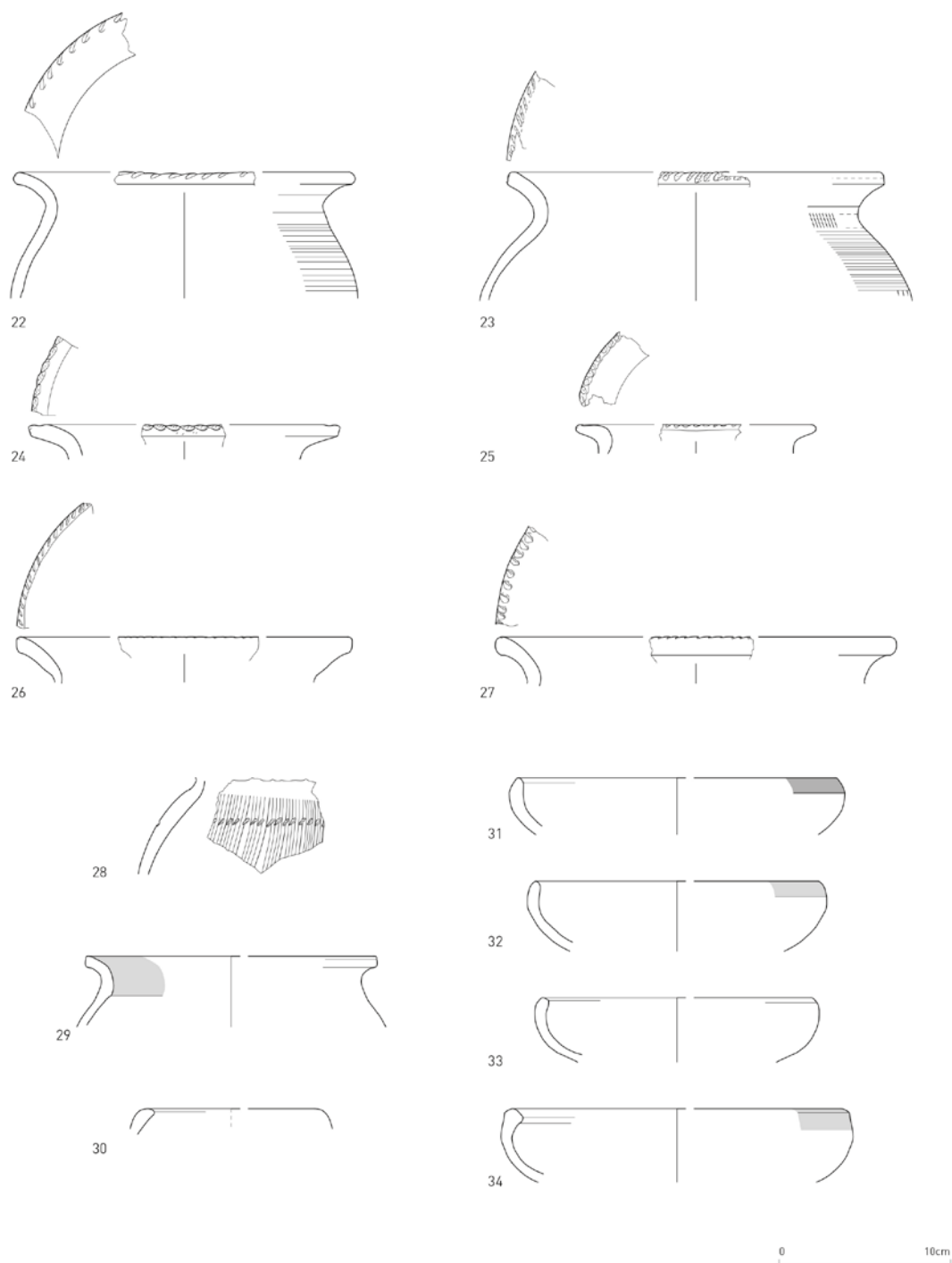


Fig. 19 Handgevormd aardewerk aangetroffen op de site Wenduine-Kleiputten 2011. Schaal 1/4 (Tekeningen : Sylvia Mazereel (OE)).

### **3.3 Besluit**

Het onderzoek in Wenduine bracht de resten aan het licht van een stabilisatiehorizont met Romeins materiaal, gelegen op het eindpunt van een in de Romeinse tijd hoger gelegen schorreplaat (minstens tot 2.05 m TAW) die zeker aan twee zijden door een geul werd begrensd. De site is wellicht het restant van een boerderij (mogelijk met gemengde bedrijfsvoering) die zich op een schorrenplaat kon ontwikkelen. Vroeger reeds werden in de (onmiddellijke) buurt van de locatie veelvuldige aanduidingen gevonden die op de intensieve ontginning van de kustvlakte in de Romeinse tijd wijzen. In recente jaren wordt steeds duidelijker dat de kustvlakte wel degelijk bewoonbaar was, al waren de bewoningsvormen gevarieerd al naar gelang de lokale landschappelijke context<sup>43</sup>.

De materiële cultuur aangetroffen in Wenduine is eerder beperkt doch niettemin interessant. Het spectrum aan vaatwerk laat een patroon zien dat sterk beïnvloed is door de regionale pottenbakkerstraditie en dat vooral vaatwerk voor bereiding (kookpotten) omvat, naast wat andere vormen. Aardewerk dat verband houdt met zoutwinning, ontbreekt volledig. Bij de importen treffen we tafelwaar aan maar ook vaatwerk voor opslag en bereiding. Daarbij springen twee Britse importen in het oog. Sinds het aardewerkonderzoek in Oudenburg en omstreken<sup>44</sup> is echter gebleken dat Britse import van aardewerk aan de Vlaamse kust, en ook de invloed van Britse producties op continentale producties, een vrij duidelijk gegeven is. Al betreft het nooit grote aantallen importen, het is wel een constante factor.

---

<sup>43</sup> De Clercq, 2009, pp. 202-217. Platformsites zoals Plassendale (Vanhoutte & Pieters, 2003) en Stene (D., et al., 2013), donksites zoals in Zeebrugge (In 't Ven & De Clercq, 2005).

<sup>44</sup> Vanhoutte & De Clercq, 2007; Vanhoutte, Dhaeze, & De Clercq, 2009.

**DEEL 4 CONCLUSIE**

- *Wat is de landschappelijke opbouw van het gebied?*

De opbouw bestaat uit mariene klei, op klei op veen. Dit gebied is ontstaan door afdekking van een slikke- en schorregebied.

- *Zijn er sporen aanwezig op het niveau van de inrichting?*

Bij het overgrote gedeelte van de inrichting zijn geen archeologische sporen aanwezig. Ter hoogte van proefput 7 en 8 waren archeologische sporen aanwezig.

- *Zijn de sporen antropogeen of natuurlijk?*

Dit zijn antropogene sporen en bestaat uit een stabilisatie- of afvallaag, bovenop een schorre.

- *Hoe is de bewaringstoestand van de archeologische sporen?*

Matig. Er zijn geen nederzettingssporen aangetroffen. Het betreft eerder een offsite-fenomeen (afvallaag). De eigenlijke bewoning op de schorreplaat is weg geërodeerd.

- *Maken deze sporen deel uit van één of meerdere structuren?*

De afvallaag/stabilisatielaag kan beschouwd worden als één spoor.

- *Behoren de sporen tot één of meerdere periodes?*

Romeinse periode (einde eerste eeuw - begin derde eeuw n.Chr.

- *Is er een relatie met de sporen, aangetroffen door Mertens en Leva?*

De site is zeker te koppelen aan de sporen, aangetroffen door Mertens. Het is in deze in dezelfde klei-ontginning aangetroffen (zie fig.3) en heeft een gelijktijdige component. De ligging van het onderzoek van Leva wordt vermoed in dezelfde klei-ontginning, maar biedt geen 100% zekerheid.

- *Wat is de archeologische waarde van het gebied op het niveau van de inrichting?*

Op het inrichtingsniveau is een verderzetting van de archeologische stabilisatielaag / afvallaag aanwezig.

- *Is de toekomstige inrichting van het gebied een bedreiging voor deze archeologische waarde?*

Ja, deze afvallaag / stabilisatielaag wordt hiermee volledig weg gegraven.

- *Zo ja, hoe kan deze inrichting worden aangepast?*

In het ontwerp was een zone voorzien als rusteiland in het moeras. Deze zone werd af gegraven tot 2.80 m TAW. Dit rusteiland is zodanig verschoven om de overgang van de slikke naar de geulrug volledig te capteren. Het hoogste aanwezige punt werd aangetroffen in proefsleuf 2 op 2.20 m TAW. Hier is dus 60 cm buffer aanwezig ter bescherming van de site. De aanpassingswerken binnen het projectgebied konden in functie van deze vaststellingen aangepast worden, waardoor de site gevrijwaard werd van verdere aantasting door de natuurcompensatie.

Zoals eerder werd geargumenteed was Wenduine, en bij uitbreiding de kustvlakte, sterk ontgonnen tijdens de Romeinse periode. In de afgelopen jaren komen steeds meer vondsten en nederzettingen aan het licht. Hieruit blijkt telkens dat de basiskennis van het landschap een zeer belangrijke factor was voor de stichting van een (bewonings-)site. De strijd tegen de het water was een constante factor in deze gebieden, waardoor er hoger gelegen zones in het landschap werden uitgekozen (zoals hier in

de Kleiputten) of geconstrueerd (zoals te Stene). Dijken werden aangelegd om zich tegen de zee te beschermen (Raverszijde).

Ter hoogte van de Kleiputten werd een site, waarschijnlijk een boerderij, aangelegd op een schorreplaat. Aan de zuidwestzijde van de plaat ligt een geul, aan de noord-oostzijde schorren, die overgaan in slikken. Op een gegeven moment werd de invloed van de zee te sterk en werd de site overspoeld. De eigenlijke bewoningssite is weg geërodeerd, waarna de vlakte werd afgedekt met een dik kleipakket.

De paleolandschappelijke boringen, gezet in een 40\*50 m raster, gaven geen uitsluitel over de aanwezigheid of afwezigheid van archeologische indicatoren. Wel was het mogelijk om een vrij algemeen zicht te krijgen op de bodemopbouw in het gebied (diepte veen, oxido-reductiehorizont, ...). Het verschil in type kleien en het hiermee gepaard gaande afzettingsmilieu (wadkleien, kleien met zandbijmengingen, wel/niet gerijpt; ...) is in boringen vrij moeilijk en bovendien tot op deze diepte (2 m –mv) fysiek zeer zwaar werk.

De proefputten gaven een duidelijk beeld op de bodemopbouw van het gebied. Er kon vrij snel uitsluitel gemaakt worden of al dan niet een bedekte looplaag, begroeiingshorizont of antropogene laag aanwezig is. Voorwaarde is wel een goede kennis van de kleien. Daarnaast dient het raster zorgvuldig gekozen te worden: dergelijke ruggen zijn langgerekt en vrij smal (ca. 23 m) en kunnen dus vrij snel gemist worden. Er dient in een dergelijk nat milieu eerder gekeken te worden naar de aanwezigheid van een afgedekte gerijpte bodem (schorre, ...) dan naar archeologische indicatoren als houtskool, aardewerk of andere. De overgang van de bovenliggende mariene kleien naar de onderliggende bodem speelt hierbij een rol. Bij de overgang naar een plastische, ongerijpte klei is eerder een slikke of natter milieu aanwezig en is een site minder waarschijnlijk.

## BIBLIOGRAFIE

- Ameryckx, J. (1953). *Bodemkaart van België. Verklarende tekst bij de kaartbladen De Haan 10, W & Blankenberge 10, E*. Gent: Centrum voor Bodemkartering.
- Baeteman, C. (2007). De Laat holocene evolutie van de Belgische Kustvlakte: sedimentatieprocessen versus zeespiegelschommelingen en Duinkerke transgressies. In A. de Kraker, & G. (. Borger, *Veen-vis-zout. Landschappelijke dynamiek inde zuidwestelijke delta van de Lage landen*. *Geoarchaeological and Bioarchaeological Studies*, 8 (pp. 1-18). Amsterdam: Vrije Universiteit Amsterdam.
- Baeteman, C. (2008). De Holocene Geologie van de Belgische kustvlakte. *Geological Survey of Belgium Professional Paper 2008/2 - N.304*.
- D., D., S., V., M., P., J., B., W., D. C., K., D., et al. (2013). Een dijk en een woonplatform uit de Romeinse periode in Stene (Oostende). *Relicta. Archeologie, Monumenten- en Landschapsonderzoek in Vlaanderen, volume 10*, 7-70.
- De Clercq, W. (2009). *Lokale gemeenschappen in het Imperium Romanum. Transformatie in rurale bewoningsstructuur en materiële cultuur in de landschappen van het noordelijke deel van de Civitas Menapiorum (Provincie Gallia Belgica, ca. 100 v.Chr. - 400 n. Chr.* Gent: Ongepubliceerd Proefschrift, Universiteit Gent.
- De Clercq, W. (2011). Over vlees en bloed. Menapische boeren en soldaten aan de rand van het Romeinse Rijk. *Publicaties van eht Provinciaal Archeologisch Museum Velzeke. Gewone Reeks*, 5.
- De Decker, S., & Bourgeois, J. (2000). *Archeologische inventaris van de Uitkerkse Polder, (gem. Uitkerke-Blankenberge, Wenduine-De Haan, Nieuwmunster-Zuienkerke), prov. West-Vlaanderen : deelstudie in het kader van een haalbaarheidsstudie van een natuurinrichtingsproject*. Gent: Universiteit Gent.
- Demey, D., Vanhoutte, S., Pieters, M., Bastiaens, J., De Clercq, W., Deforce, K., et al. (2013). Een dijk en een woonplatform uit de Romeinse periode in Stene (Oostende). *Relicta. Archeologie, Monumenten- en Landschapsonderzoek in Vlaanderen, volume 10*, 10, 7 - 70.
- Ervynck, A., & et.al. (1999). Human occupation because of a regression, or the cause of a transgression? A critical review of the interaction between geolocial events and human occupation in the Belgian coastal plain during the first millennium AD. *Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet*, 26, (pp. 97 - 212). Oldenburg.
- Gheysen, K., Vanhoutte, S., & De Clercq, W. (2013). Sporen van een nederzetting uit de Romeinse tijd in de Kustvlakte te Wenduine. *Signa* 2, 63-70.
- Haalebos, J.-K. (1990). Het grafveld van Nijmegen-Hatert. *Beschrijvingen van de de verzamelingen in het museum G.M. Kam te Nijmegen*, XI.

- Hillewaert, B. (s.d.). Een dynamisch wadlandschap tijdens de eerste eeuwen na chr. In B. Hillewaert, Y. Hollevoet, & M. (. Ryckaert, *Op het raakvlak van twee landschappen. De vroegste geschiedenis van Brugge*; (p. 176). Brugge: Uitgeverij Van de Wiele.
- Hillewaert, B. (s.d.). Het kustgebied wordt moeilijk toegankelijk vanaf de 3de eeuw na Chr. In B. Hillewaert, Y. Hollevoet, & M. (. Ryckaert, *Op het raakvlak van twee landschappen. De vroegste geschiedenis van Brugge*. (p. 17). Brugge: Van De Wiele.
- Hollevoet, Y., Hillewaert, B., Baeteman, C., Bastiaens, J., Crombé, P., & Sergeant, J. (s.d.). de eerste mensen in een veranderend landschap. In B. Hillewaert, Y. Hollevoet, & M. (. Ryckaert, *Op het raakvlak van twee landschappen. De vroegste geschiedenis van Brugge*; (p. 176). Brugge: Van de Wiele.
- In 't Ven, I., & De Clercq, W. (2005). Een lijn door het landschap. Archeologie en het VTN-project 1997-1998. Deel 1. *Archeologie in Vlaanderen Monografie 5*, 43-49.
- Jacobs, P., Beirendonck, V., & Mostaert, F. (2004). *Toelichting bij de Quartair-geologische kaart 4-5-11-12 Blankenberge Westkapelle Oostduinkerke Oostende*. Brussel: Vlaamse Overheid - dienst Natuurlijke Rijkdommen.
- Marsh, G. (1978). Early second century fine wares in the London Area. In P. Arthur, & G. Marsh, *Early fine wares in Roman Britain, BAR. British Series 57* (pp. 119-223).
- Thoen, H. (1987). *De Romeinen langs de Vlaamse kust*. Gemeentekrediet.
- Thuillier, F. (2001). L'atelier céramique d'époque gallo-romaine de Dourges (Pas-de-Calais, France), Aperçu des structures et de la production. *Rei Cretariae Romanae Fautorum, Acta 37*, 127-132.
- Tyers, P. (1996). *Roman pottery in Britain*. London/New York.
- Vanhoutte, S. (2013). Wenduine, Gallo-Romeinse 'prinses der badsteden'. Het verhaal van een onderschatte vindplaats. *Ex situ 3*.
- Vanhoutte, S., & De Clercq, W. (2007). Het Gallo-Romeins aardewerk aangetroffen tijdens het archeologisch noodonderzoek op het toekomstig bedrijventerrein Plassendale III. Opgravingscampagne 2000-2001 (Zandvoorde, stad Oostende, prov. West-Vlaanderen). *Relicta. Archeologie-, monumenten- en landschapsonderzoek in Vlaanderen, 1*, 81 - 119.
- Vanhoutte, S., & Pieters, M. (2003). Archeologisch noodonderzoek op het toekomstige bedrijventerrein Plassendale III (Zandvoorde, stad Oostende, prov. West-Vlaanderen). Interimverslag 2000-2001. *Archeologie in Vlaanderen VII*, 95-110.
- Vanhoutte, S., Dhaeze, W., & De Clercq, W. (2009). The pottery consumption c AD 260-70 at the Roman coastal defence fort, Oudenburg, Northern Gaul. *Journal of Roman Pottery Studies 14*, 95-141.
- Verbruggen, F., & van der Linden, M. (2012). *Pollenonderzoek aan schorre- en geulafzettingen in Romeins Wenduine (BE)*. Biaxiaal 608. Zaandam: BiaxConsult.



Webster. (1996). Roman Samian pottery in Britain. *Practical Handbook in Archaeology*, 13.



Kleiputten Wenduine

**Bijlage 1: Sporenlijst**

Proefput/ Sleuf	Spoor	Vlak	Profiel	Type	Datering	Vondstnr.	Opm.	Coördinaten
WP2	1		Oost	Gracht	PostME		Machinaal, zie sl.5	
WP15	1	1	Noord	Natuurlijk	/			
SL1-3	Laag7	1	Ja	Afvallaag	ROM	1-23		61010.809/221405.796 61020.953/221395.081
SL2	1	1	Oost	Greppel	11-14	24		61018.572/221395.081
SL 3	1	/	Oost	Greppel			Identiek aan sl.2 S1	61019.762/221406.458
SL5	1		Oost	Gracht	PostME		Machinaal	60900.667/221250.882 60900.980/221237.389

**Bijlage 2:** Vondstenlijst: Zie CD-ROM

**Bijlage 3:** Fotolijst en foto's: zie CD-ROM

**Bijlage 4:** Onderzoek BIAX (Biaxiaal 608): zie CD-ROM

**Bijlage 5:** onderzoek KIK: zie CD-ROM

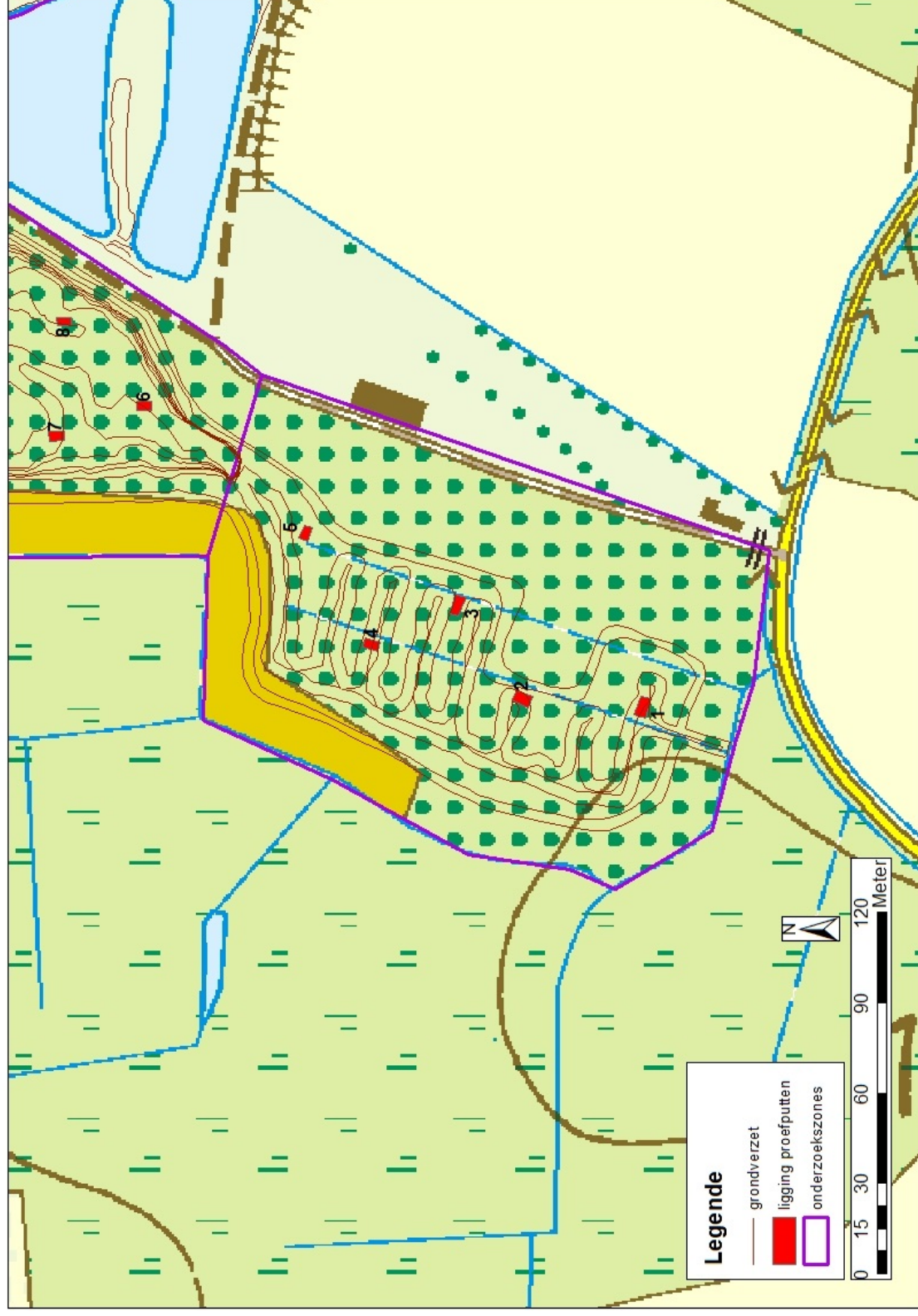


Fig. 20 Onderzoekszone 1. Overzicht ligging proefputten 1 t/m 6 op het grondverzetplan. Bron ondergrond: Digitale versie van topografische kaart 1/10.000, raster, kleur, NGI, opname 1991-2008 (AGIV).

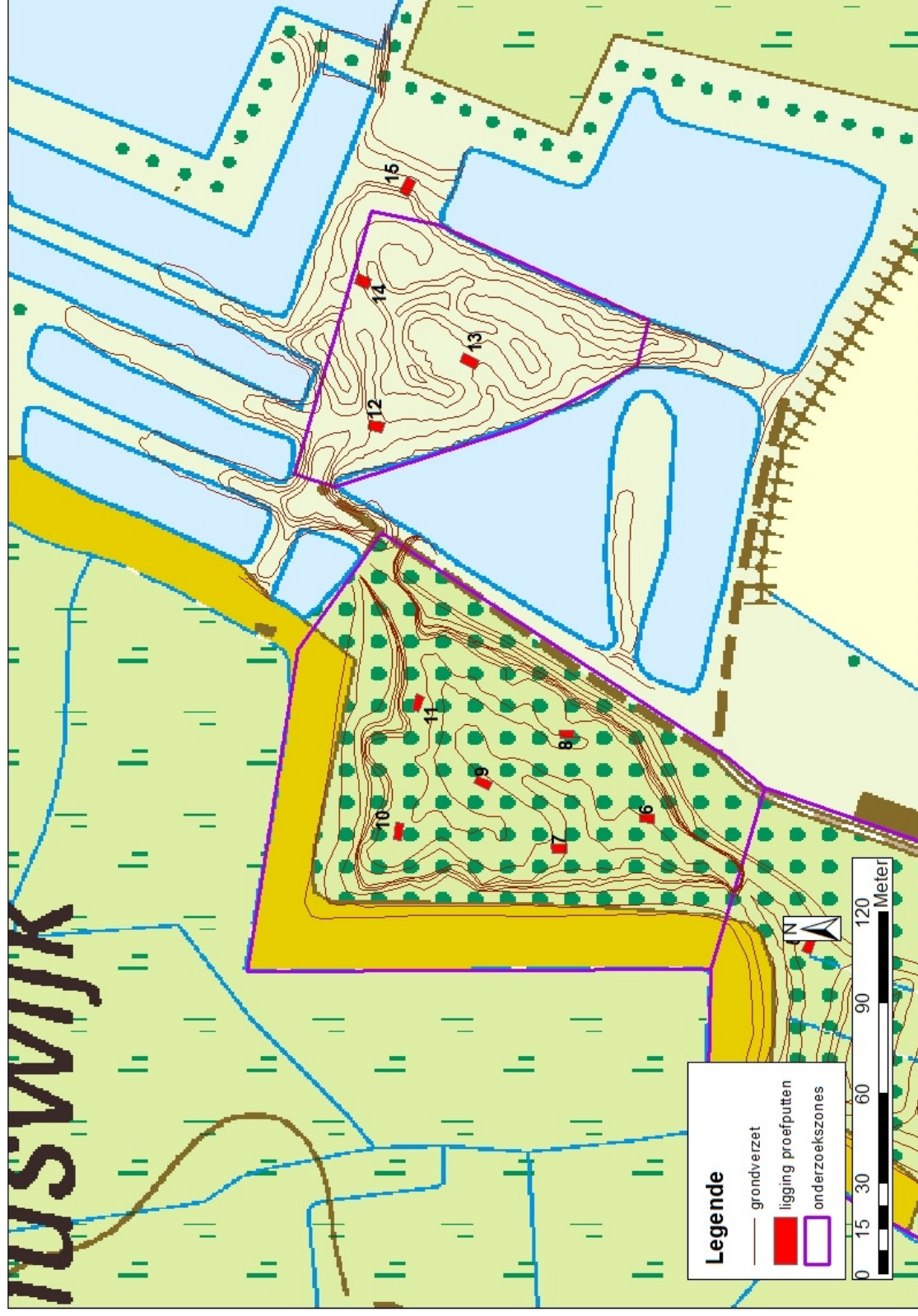


Fig. 21 Onderzoekszone 2 (westelijk, proefputten 6 t/m 11) en onderzoekszone 3 (oostelijk, proefputten 12-15) op het grondverzetplan. Bron ondergrond: Digitale versie van topografische kaart 1/10.000, raster, kleur, NGI, opname 1991-2008 (AGIV).

Kleiputten Wenduine

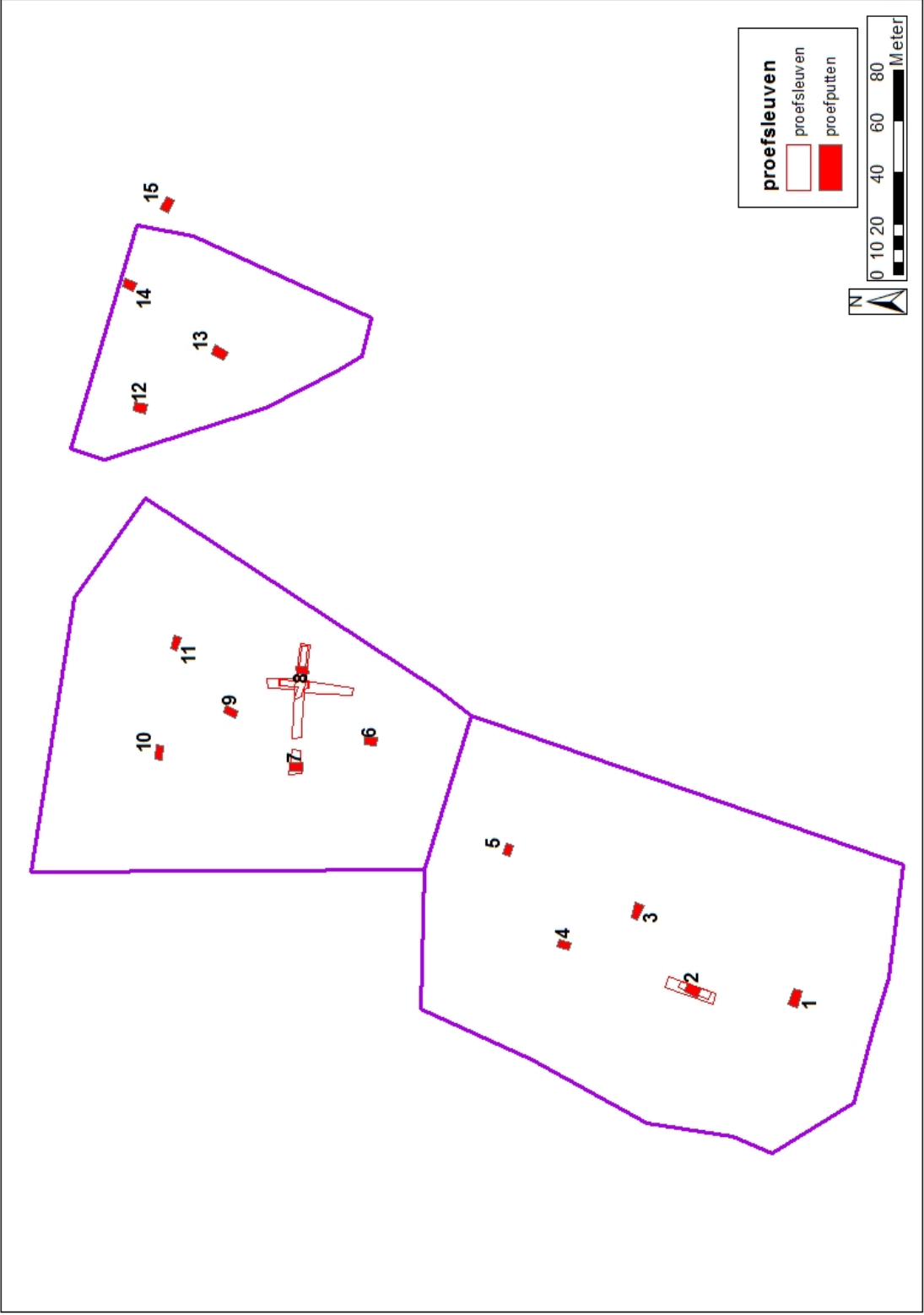


Fig. 22 Ligging proefputten (genummerd) tov proefsleuven



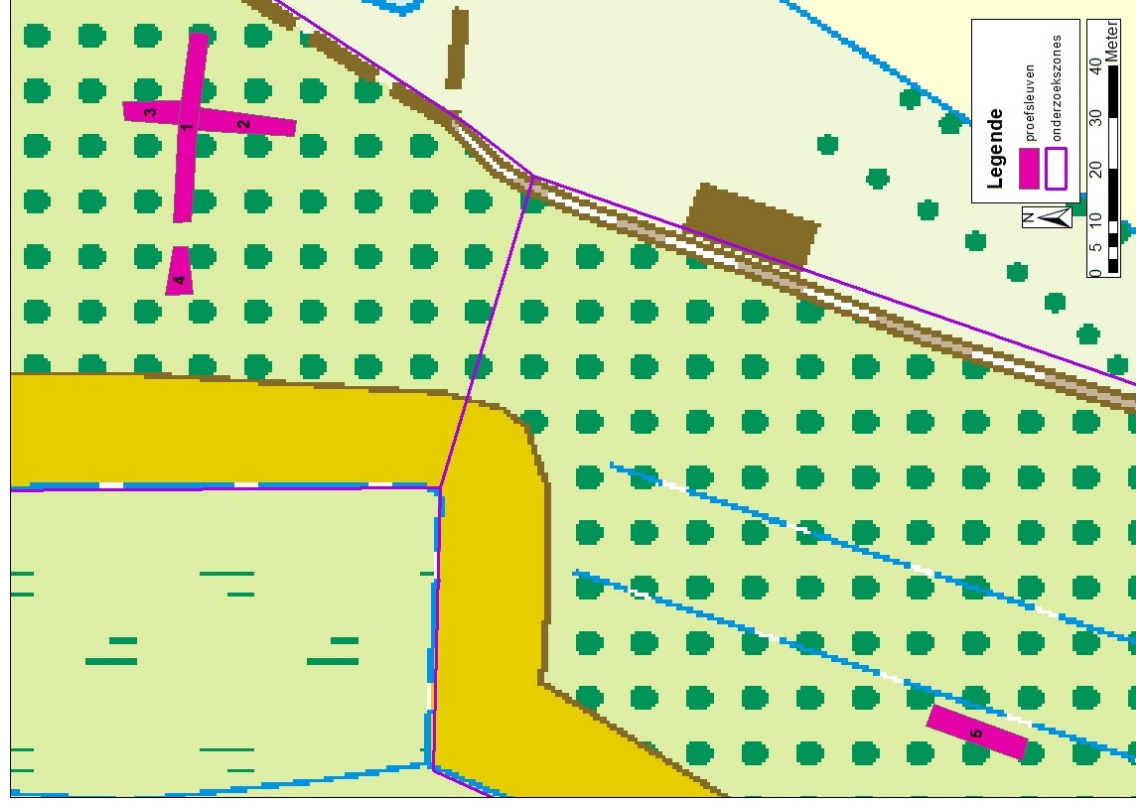


Fig. 23 Ligging proefsleuven. Bron ondergrond: Digitale versie van topografische kaart 1/10.000, raster, kleur, NGI, opname 1991-2008 (AGIV).

Kleiputten Wenduine

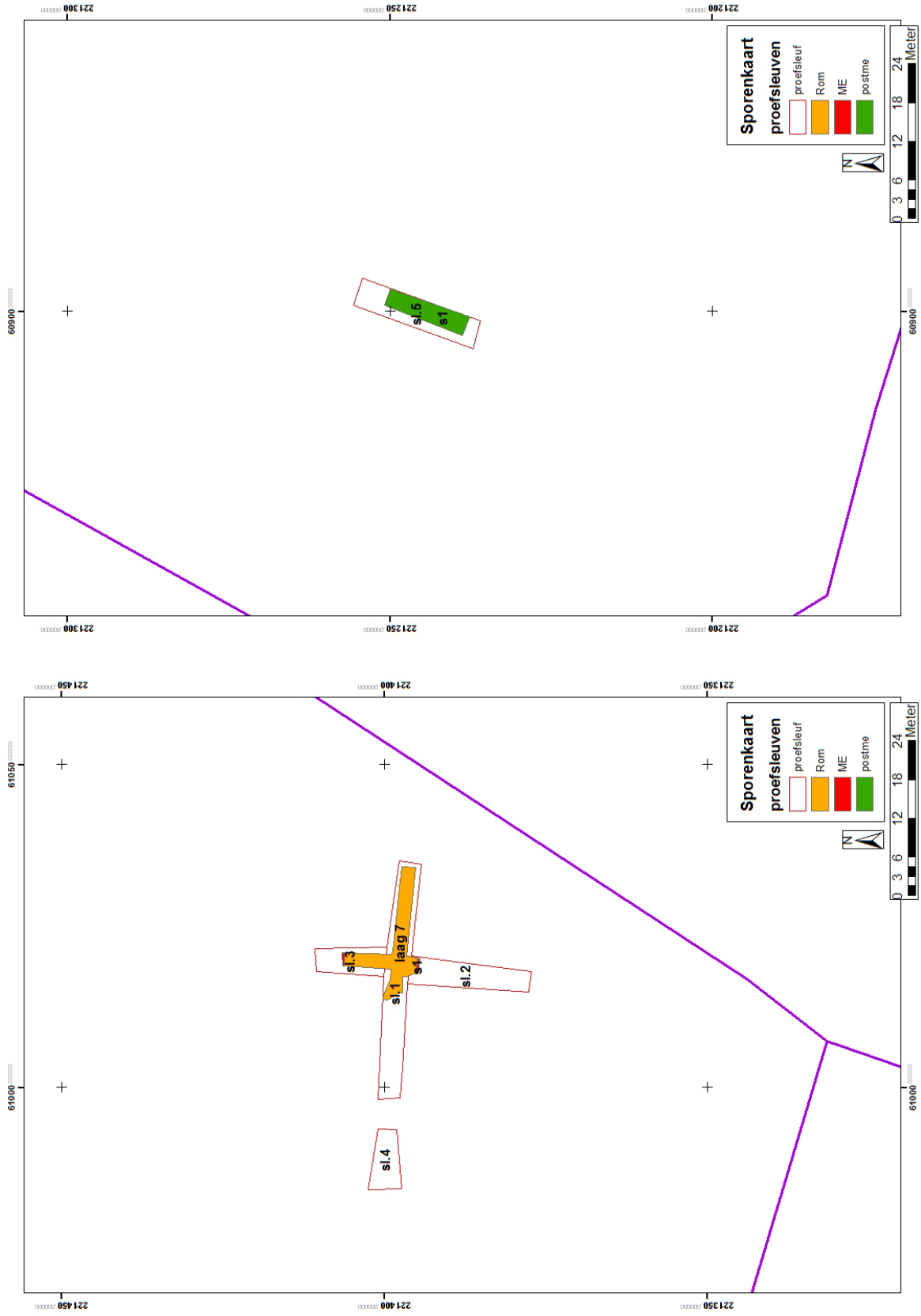
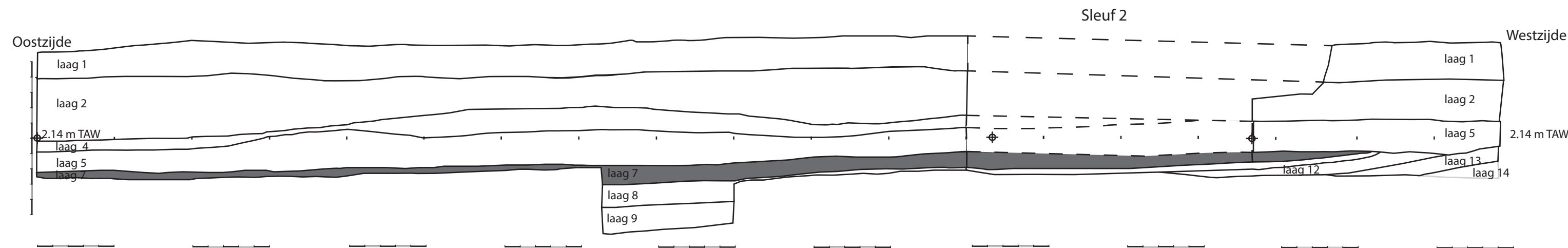


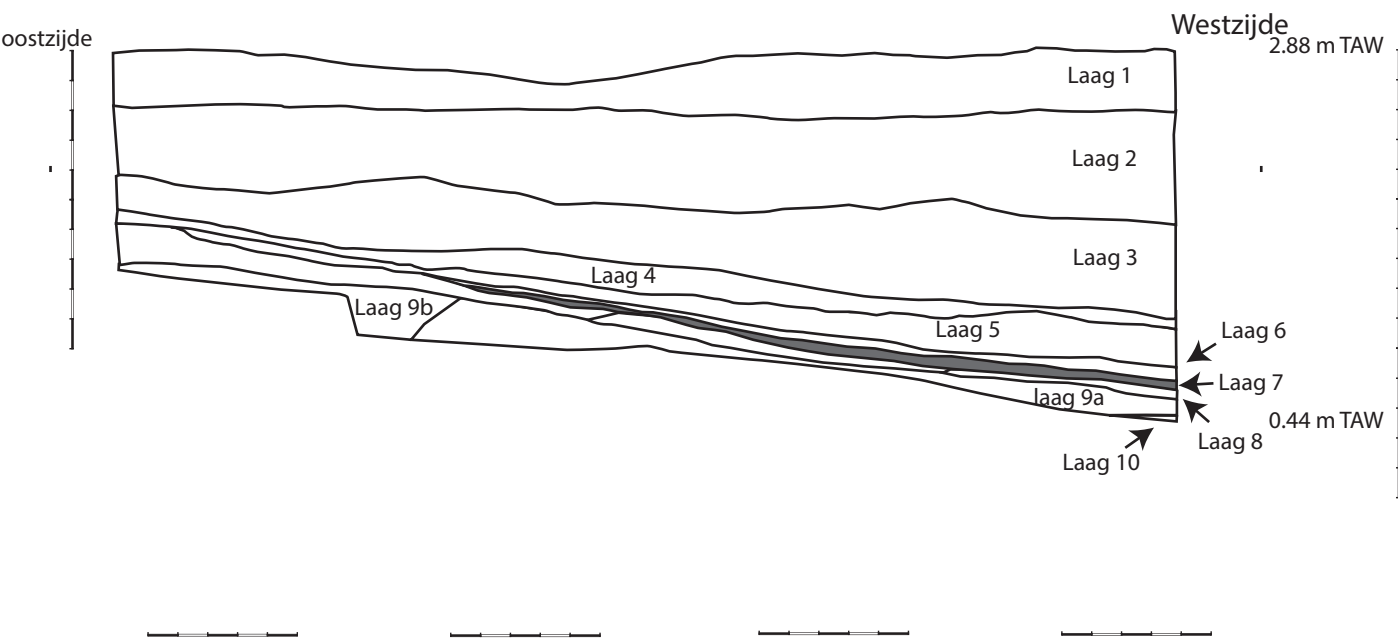
Fig. 24 Alle sporenkaarten van proefsleuven 1-4 (links) en proefsleuf 5 (rechts)



Profiel Sleuf - zuidkant 0-18 m (grootte schaalbalk: 1 m)



Profiel Sleuf 4 - zuidkant 40 - 47 m



### Sleuf 1:

- Laag 1: Donkerbruin - bruine klei, humeus, doorworteld, bouwvoor
- Laag 2: Bruine klei, humeus, zeer compact, oxidatie
- Laag 3: Bruingrijze klei, zeer compact, oxidatie
- Laag 4: Bruingrijze klei, zeer compact, zandge bijmenging, gelaagd maar niet lateraal (grillig), oxidatie
- Laag 5: Bruingrijze klei, zeer compact, gelaagd met zand (ca. elke cm afwisselend), oxidatie ca.10%
- Laag 6: Donkerbruingrijze klei, zeer compact, humeuzer, ca. 15% oxidatie, gescheiden van L.7 door zandlens van ca. 1 cm dikte.
- Laag 7: Donkerbruingrijze klei, compact, gevlekt met oxidatie, wortelconcreties, schelpengruis
- Laag 8: Blauwgrijze klei, oxidatiesporen, vondst 2 op overgang met L.7
- Laag 9: Plastische, soepele grijze klei, bevat veenbrokjes
- Laag 12: Grijze klei, compact, oxido-reductie, stratificatie van humeuze zandlensjes (en verslagen veenbrok)
- Laag 13: Grijze Klei, compact, oxido-reductie, minder gestratificeerd dan L.12
- Laag 14: Grijze klei, compact, oxido-reductie, geen stratificatie meer.

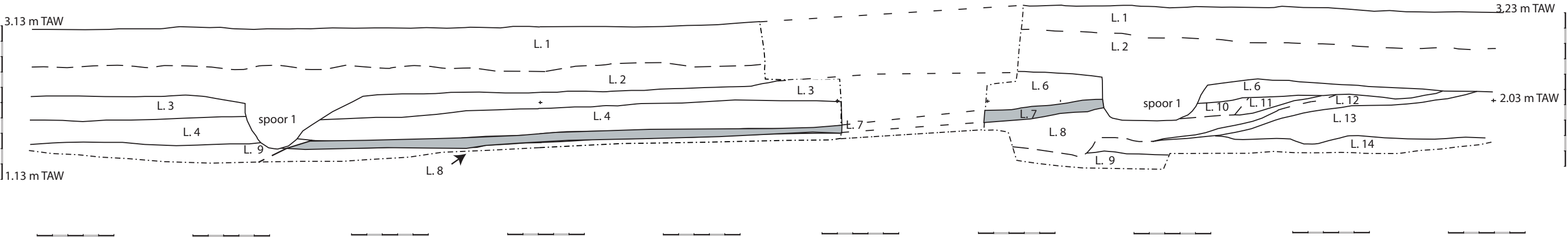
### Sleuf 4:

- Laag 1: Donkerbruine klei, bouwvoor, humeus, doorworteld
- Laag 2: Bruine klei, compact, zandige bijmenging, horizontaal gelaagd, veel oxidato-reductie - sterk dynamisch milieu
- Laag 3: Idem 2, minder oxido-reductie
- Laag 4: Donkerbruingrijze klei, compact, gevlekt, niet gerijpt, schelpengruis, ingespoeld
- Laag 5: Grijs gereduceerde klei, plastisch, schelpengruis, zandige laagjes
- Laag 6: Donkergrijze klei, plastisch, geen zandige bijmenging
- Laag 7: donkergrijze klei, zandige bijmenging, schelpengruis (o.a. mossel); vondsten aardewerk
- Laag 8: Bruin, veen gemengd met klei (amorf veen). Naarmate hoogte wordt dit droger, te bemerken in de wortelgalerijen
- Laag 9: blauwgrijze klei, zandige bijmenging. 9a is gereduceerd, 9 b is geoxideerd.
- Laag 10: Klei, minder zand dan in L. 9; blauwgrijs





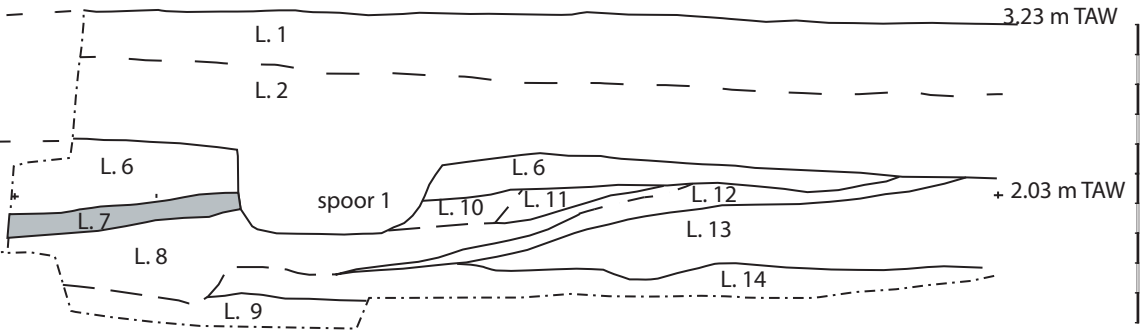
Profiel Sleuf 3 - oostkant (grootte schaalbalk: 1 m)



- Sleuf 3:**
- Laag 1: Donkerbruine klei, compact, doorworteld, baksteen, bouwvoor
  - Laag 2: Bruingrijze klei, humeus, vrij homogeen
  - Laag 3: Bruingrijze klei, doorworteld, oxido-reductie, zeer compact, zandlensjes
  - Laag 4: Bruingrijze klei, vrij compact, sterk gestrafeerd met zandige laagjes, zwarte partikels (houtschool?)  
oxid-reductie, onderste 15 cm humeuzer
  - Laag 7: Donkergrijze klei, compact, houtskoolpartikels, schelpjes, aardewerk, soms zandbijmenging (Romeinse stabilisatielaag)
  - Laag 8: Grijze klei, plastischer dan L.7, oxido-reductie
  - Laag 9: Grijze klei, oxido-reductie, lijkt sterk op L.8 maar bevat zandige laagjes, iets plastischer

Sleuf 1

Profiel Sleuf 2 - oostkant



- Sleuf 2:**
- Laag 1: Donkerbruine klei, compact, doorworteld, bouwvoor
  - Laag 2: Bruingrijze klei, humeus, vrij homogeen
  - Laag 6: Bruingrijze klei, compact, gestratificeerd met zandlensjes (post-Romeins)
  - Laag 7: Donkergrijze klei, compact, bot aardewerk ('Romeins')
  - Laag 8: Grijze klei, oxido-reductie, compact, Cp-horizont van L.7
  - Laag 9: Zwartgrijze klei, zandlensjes, zwartgrijs, zeer plastisch, slikke? Vondst 23
  - Laag 10: bruingrijze klei, compact, oxido-reductie, zandlensjes (post-Romeins)
  - Laag 11: idem L.10; minder stratificatie (ligt hoger)
  - Laag 12: Grijze klei, compact, oxido-reductie, zeer lichte stratificatie (schorre)
  - Laag 13: Donkergrijze klei, oxido-reductie, lichte stratificatie (schorre)
  - Laag 14: Donkergrijs-zwarte klei, veenbrok, humeusmateriaal, zandlensjes, niet gerijpt (slikke)



**VLM**

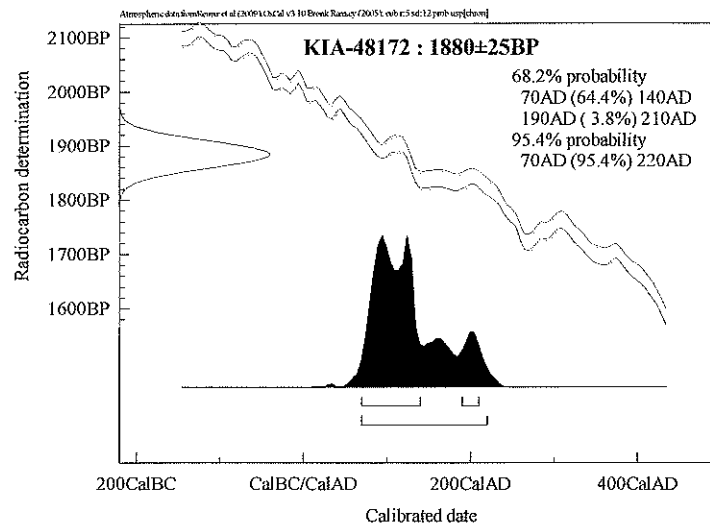


18/08/2012  
2010.10889

Korneel Gheysen  
VLM  
Velodroomstraat 28  
8200 Brugge

### Radiocarbon dating report

#### Wenduline kleiputten



#### **KIA-48172 : 1880±25BP**

68.2% probability  
70AD (64.4%) 140AD  
190AD (3.8%) 210AD  
95.4% probability  
70AD (95.4%) 220AD

$\delta^{13}\text{C} = -20,1\text{‰}$ ,  $\delta^{15}\text{N} = +7,6\text{‰}$ ; C/N= 3,2; collageengehalte 3,4%.

Alle indicatoren wijzen op goed collageen. De ouderdom van het bot is begrepen tussen de late 1<sup>ste</sup> eeuw en de vroege 3<sup>de</sup> eeuw na Christus.

Met vriendelijke groeten,

Mark Van Strydonck

KIK/IRPA

Jubelpark 1

1000 Brussel

België

Tel.: 02/7396702

Email: mark.vanstrydonck@kikirpa.be

# Pollenonderzoek aan schorre- en geulafzettingen in Romeins Wenduine (BE)



# BIAXiaal

RAPPORTNUMMER

608

DATUM

September 2012

AUTEUR

F. Verbruggen & M. van der Linden



Colofon

**Titel:**

BIAXiaal 608

Pollenonderzoek aan schorre- en geulafzettingen in Romeins Wenduine (BE)

**Auteurs:**

F. Verbruggen (A-PEX archeobotanie)

M. van der Linden (BIAX Consult)

**Opdrachtgever:**

Vlaamse Landmaatschappij

**Gemeente:** De Haan

**Plaats:** Wenduine

**Archeologisch meldingsnummer:** 2011/295

**Centrumcoördinaten:** 61005/221418

**ISSN:** 1568-2285

©BIAX Consult, Zaandam, 2012

**Correspondentieadres:**

BIAX Consult

Hogendijk 134

1506 AL Zaandam

tel: 075 – 61 61 010

fax: 075 – 61 49 980

e-mail: [BIAX@BIAX.nl](mailto:BIAX@BIAX.nl)

[www.BIAX.nl](http://www.BIAX.nl)

## 1. Inleiding

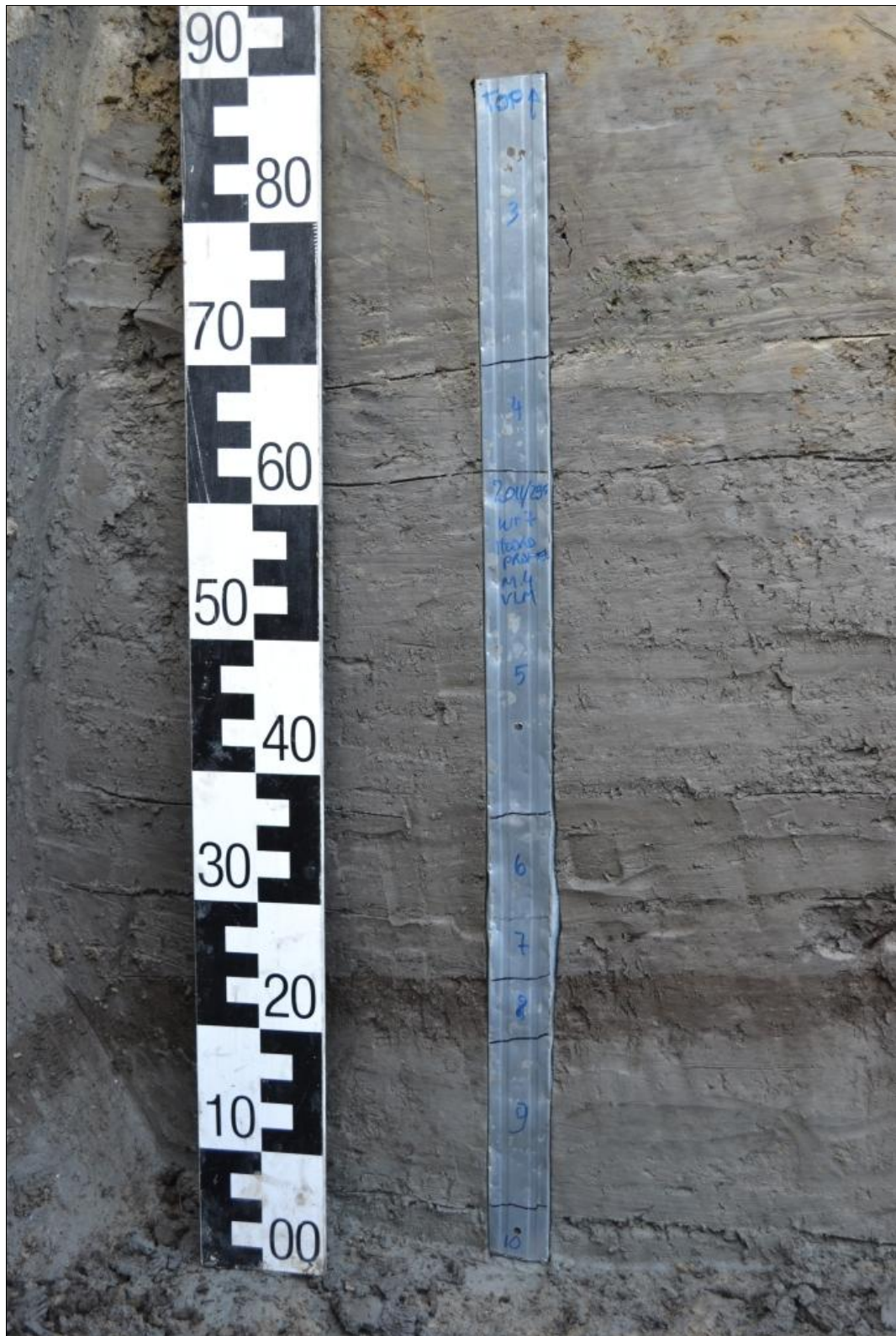
De Vlaamse Landmaatschappij heeft in het kader van een aantal te realiseren natuurcompensaties de Kleiputten van Wenduine (België) aangekocht. Er zullen aldaar natuurgebieden met grasland en rietmoeras worden aangelegd, ter compensatie voor het verlies van natuurwaarden bij de bouw van de haven van Zeebrugge.

Omdat er wordt uitgegaan van een hoge archeologische waarde van het plangebied in Wenduine, heeft er een archeologisch onderzoek plaatsgehad. Hieruit is naar voren gekomen dat zich een Romeinse vindplaats bevindt op een voormalige rug tussen geulen in slikke- en schorregebied. De aanwezigheid op de rug zelf is weggeërodeerd.

Tijdens de opgraving zijn onder andere een stabilisatielaag aangetroffen op de schorre met hierin Romeins materiaal. Deze laag wordt dan ook geïnterpreteerd als een looplaag of afvallaag. Een  $^{14}\text{C}$ -datering aan botmateriaal uit deze laag laat zien dat deze dateert in de late 1<sup>e</sup> eeuw tot vroege 3<sup>de</sup> eeuw. Bovendien is tijdens de opgraving een geul aangetroffen, waarin een Romeinse scherf is aangetroffen. De bovenliggende lagen zijn waarschijnlijk afgezet vanaf de Vroege Middeleeuwen. Zowel de stabilisatielaag als de geul zijn bemonsterd voor paleo-ecologisch onderzoek door middel van twee pollenbakken. Pollenbak 1 bevat schorre –en slikke-afzettingen (zie *figuur 1*). Pollenbak 2 bevat een geulvulling (zie *figuur 2*). In de pollenbakken zijn drie lagen als archeologisch interessant aangemerkt.



*Figuur 1* De Haan-Wenduine, pollenbak 1, M2, in profiel met de stabilisatielaag en slikke- en schorreafzettingen (© Vlaamse Landmaatschappij).



*Figuur 2* De Haan-Wenduine, pollenbak 2, M4, in profiel van geulafzettingen (© Vlaamse Landmaatschappij).

Het paleo-ecologisch onderzoek heeft als doel om informatie te vergaren over de milieuomstandigheden en vegetatie op en rond de vindplaats in Wenduine in de Romeinse tijd. Pollenonderzoek is hier geschikt voor, al zijn er een aantal valkuilen die later zullen worden toegelicht. Immers, stuifmeelkorrels zijn zeer klein en licht en verspreiden om deze reden goed door de lucht of via water en organismen zoals insecten. Pollenonderzoek geeft daarom inzicht in de regionale en lokale vegetatiesamenstelling in de omgeving van het onderzoeksgebied. Bovendien is het mogelijk om aan de hand van eventueel aanwezige resten van zee-algen in de pollenpreparaten meer informatie te verkrijgen omtrent de invloed van de zee op het landschap in Romeins Wenduine.

## 2. Achtergrondinformatie

### 2.1 KUSTGEBIED WENDUINE

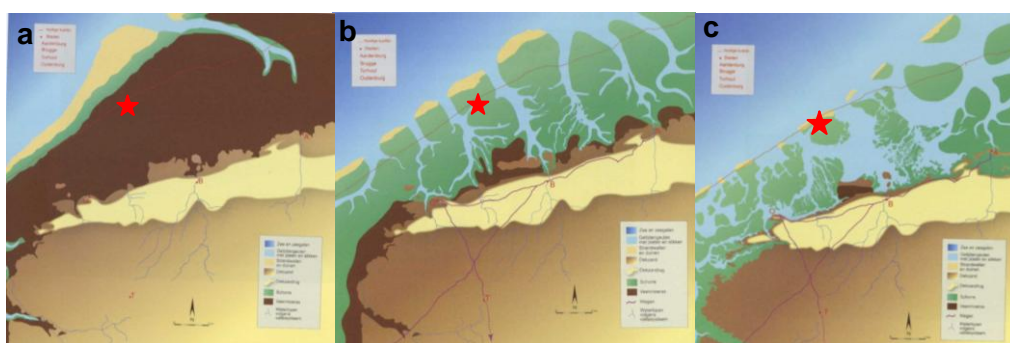
Onder invloed van een vertraagde zeespiegelstijging omstreeks 3500 v. Chr. vormen zich in het onderzoeksgebied strandwallen, welke een barrière vormen. De slikken evolueren hierbij tot schorren. Van het kustgebied bij Wenduine is bekend dat rond 1000 v. Chr. de kustbarrière geheel is gesloten en dat de oostelijke kustvlakte tot kustveenmoeras was ontwikkeld (zie *figuur 3a*). Voor het begin van de jaartelling verandert dit systeem, waarbij een periode van kusterosie aanvangt. De getijdengeulen breken door, en kunnen steeds verder in het land dringen (zie *figuur 3b*). Dit komt ten eerste door het afnemen van de kustbarrière door het wegnemen van zand door de zee, ten tweede de vermoedelijke verhoogde afvoer van rivieren door de stijging van de neerslag en ten derde waarschijnlijk door menselijke activiteiten (zoals drainage van veengebied en het winnen van turf) waardoor het veen compacteert en gaat inklinken. Hierdoor kan het veen overstroomd raken met zeewater, waarbij veengroei stopt en delen van het ontstane veen worden weggeslagen. Gedurende de IJzertijd breiden de getijdegeulen zich verder uit. In de eerste eeuwen n. Chr. evolueert de kustlijn verder landinwaarts, waarmee het getijdegebied mee opschuift. Het nog aanwezige veen verdrinkt geleidelijk aan, het klinkt in en wordt uiteindelijk overdekt met klei. De veengebieden evolueren daarmee naar slikken en schorren en inbraakgeulen slibben op, waardoor zij uiteindelijk verlanden.<sup>1</sup> In deze fase moet dan ook de site van de Kleiputten te Wenduine gesitueerd worden. Op het einde van de Romeinse tijd dringt de getijdewerking de ganse kustvlakte binnen. Na 300 n. Chr. is de ganse kustvlakte geëvolueerd tot een ondiep getijdenlandschap met slikken, schorren en actieve getijdengeulen (zie *figuur 3c*). Uit deze periode zijn geen archeologische vondsten meer bekend uit het gebied.

Een belangrijke doorbraakgeul ligt ten westen van Wenduine (ten oosten van De Haan) en ten oosten van Blankenberge. Bij de doorbraakgeulen wordt een krekenselsel gevormd, van waaruit de oudere sedimenten worden

---

<sup>1</sup> Hollevoet *et al.*, 2011, Gheysen 2012.





**Figuur 3** Paleogeografie van de omgeving van Wenduine in de Bronstijd (a), Romeinse Tijd (b) en Laat-Romeinse tijd (c). De ster geeft de locatie van Wenduine aan (© Hillewaert et al. 2011).

weggeschuurd en nieuwe worden afgezet. Tussen de beide geulen ontstaat een rustig water gebied waar zware klei tot zeer zware klei wordt afgezet.<sup>2</sup>

In *figuur 3* is te zien dat de onderzoekslocatie op de rand van de strandwal en schorregebied lag. De doorbraakgeulen ten westen en ten oosten van Wenduine kwamen uit bij de Romeinse legerplaatsen Brugge en Oudenburg. In de Romeinse tijd was Wenduine waarschijnlijk een vissersdorp. Het vondstenmateriaal uit Wenduine en omgeving dateert van de Flavische periode (70-100 n. Chr.) tot ca. midden 3<sup>e</sup> eeuw.<sup>3</sup>

## 2.2

### SLIKKEN EN SCHORREN

Het slikken- en schorregebied is een dynamisch ecosysteem waarin kale vlaktes afgewisseld worden met begroeide hogergelegen delen. Veelal wordt er zoutwatermoeras gevormd. Het gebied wordt gekarakteriseerd door een groot aantal variabele milieufactoren die de flora en fauna bepalen; namelijk de getijdewerking, de zoutzoetwatertegenstelling (rivier/zee) en de grote temperatuurverschillen tussen de zomer en de winter. De huidige slikke- en schorregebieden in België zijn de IJzermonding en 't Zwin.

Een slikke (of wad) is een drooggevalle plaat in een getijdengebied. De slikke valt droog bij laagwater en loopt onder bij hoogwater. Slikken worden twee keer per etmaal overspoeld. Dan bezinken kleine deeltjes die in het zeewater zweven. Op de hoge slikke kan de pioniersplant engels slijkgras (*Spartina anglica*) zich vestigen (zie *tabel 1*) waardoor sediment op de slikke achterblijft en langzaam opgehoogd wordt. Dit is het eerste stadium van de overgang van slikke naar schorre.

Schorre (of kwelder) is een gebied aan de kust of estuarium waar de aanslibbing hoog genoeg is geweest om met hoogwater niet meer onder te lopen. Deze gebieden komen alleen met springvloed onder water te staan. Op de schorre komt begroeiing voor van bijvoorbeeld gewone zoutmelde (*Atriplex portulacoides*) en lamsoor (*Limonium vulgare*). Op de schorre ontstaat een

<sup>2</sup> Ameryckx 1953, 10, Gheysen 2012.

<sup>3</sup> Thoen, 1987; Gheysen 2012.



krekenstelsel dat zoet water afvoert en zout water kan aanvoeren. Uiteindelijk zal het zoete/zoute water via de kreek de schorre zodanig eroderen dat er weer een slikke ontstaat.

Doordat slikken en schorren sedimenten toegevoerd krijgen vanuit verschillende bronnen zoals zeewater en rivierwater wordt de interpretatie van pollendata bemoeilijkt. Naast pollen van lokale en regionale vegetatie dat door de lucht wordt aangevoerd is het zeer waarschijnlijk dat er tevens pollen met het sediment uit het zee- of kreekwater wordt afgezet.

Tabel 1 Vegetatie op diverse delen van een slikke- en schorregebied.

landvorm	getijdenwerking	voornaamste vegetatie
slikke	2x per etmaal overspoeld	geen
hoge slikke	2x per etmaal overspoeld	slijkgras ( <i>Spartina</i> ), zeekraal ( <i>Salicornia europaea</i> ), klein schorrenkruid ( <i>Suaeda maritima</i> )
schorrerand	overspoeling enkel bij springtij	schorrenzoutgras ( <i>Triglochin maritima</i> ), zeeweegbree ( <i>Plantago maritima</i> )
schorre	overspoeling enkel bij springtij	kweldergras ( <i>Puccinellia</i> ), melkkruid ( <i>Glaux maritima</i> ), gewone zoutmelde ( <i>Atriplex portulacoides</i> )
hoge schorre	overspoeling enkel bij springtij	zeealsem ( <i>Seriphidium maritimum</i> ), lamsoor ( <i>Limonium vulgare</i> ), zeeaster ( <i>Aster tripolium</i> ), strandkweek ( <i>Elytrigia atherica</i> ).

### 3. Materiaal en methode

#### 3.1 MONSTERNAME EN BEREIDING

In het laboratorium van BIAAX Consult zijn de pollenbakken beschreven, gefotografeerd en bemonsterd. Uit pollenbak 1 (schorre- en slikkeafzettingen) zijn in totaal vijf pollenmonsters van elk 4 cm<sup>3</sup> genomen. Zowel uit laag 9 als laag 8, welke vermoedelijk uit slikkeafzettingen bestaan, is één pollenmonster genomen (zie *bijlage 1*). Drie monsters zijn afkomstig uit laag 7 (de vonstenlaag), welke op voorhand is aangeduid als een Romeinse schorre-afzetting en is afgezet op laag 8. Uit de geulafzettingen in pollenbak 2 zijn vier pollenmonsters van met elk een volume van 4 cm<sup>3</sup> genomen uit laag 7, 8 en 9, waarbij laag 8 zowel aan de top als de basis is bemonsterd (zie *bijlage 2*). Laag 7 bestaat uit klei met slib, in de venige laag 8 was een Romeinse scherf aanwezig. De administratieve gegevens van de pollenmonsters staan in *tabel 2*.

De pollenmonsters zijn bereid volgens de standaardmethode van Erdtman.<sup>4</sup> Om een indruk te krijgen van de pollenconcentratie is aan elk monster een vaste hoeveelheid sporen (twee tabletten met ca. 18.583 sporen per tablet) van een niet in België voorkomende wolfsklauwsoort (*Lycopodium*) toegevoegd.<sup>5</sup> De bereiding is uitgevoerd onder leiding van M. Hagen van het Laboratorium voor

<sup>4</sup> Erdtman 1960; Fægri *et al.* 1989; met modificaties van Konert 2002.

<sup>5</sup> Stockmarr 1971.

Sedimentanalyse aan de Faculteit Aard- en Levenswetenschappen van de Vrije Universiteit in Amsterdam.

Tabel 2 De Haan-Wenduine, administratieve gegevens van de pollenmonsters.

pollenbak	diepte (cm vanaf top pollenbak)	laag	aantal tabletten	volume (ml)	lab- nummer	diepte (m TAW)
1 (M2)	24-25	7 (top)	2	4	BX 5646	1.695-1.685
1 (M2)	27-28	7 (midden)	2	4	BX 5647	1.665-1.655
1 (M2)	31-32	7 (basis)	2	4	BX 5648	1.625-1.615
1 (M2)	48-49	8	2	4	BX 5649	1.455-1.445
1 (M2)	69-70	9	2	4	BX 5650	1.245-1.235
2 (M4)	62-63	7	2	4	BX 5651	0.70-0.69
2 (M4)	66-67	8 (top)	2	4	BX 5652	0.66-0.65
2 (M4)	68-69	8 (basis)	2	4	BX 5653	0.64-0.63
2 (M4)	80-81	9	2	4	BX 5654	0.52-0.51

### 3.2 INVENTARISATIE EN ANALYSE

Het pollenonderzoek is in twee delen uitgevoerd. Tijdens de inventariserende fase zijn pollenmonsters beoordeeld op de rijkdom van het materiaal en op de conserveringstoestand (mate van aantasting) van het pollen. Er is gekeken naar de soortensamenstelling van het pollen, waarbij extra aandacht is besteed aan de aanwezigheid van indicatoren die op menselijke activiteiten en op mariene invloed wijzen.

Pollentypen zijn gedetermineerd aan de hand van de pollencollectie van BIA X Consult en met behulp van determinatieliteratuur.<sup>6</sup> Nomenclatuur volgt de 22<sup>e</sup> druk van de Heukels' flora van Nederland.<sup>7</sup> Naast pollen en sporen zijn ook zogenaamde non-pollen palynomorfen (NPP's) gedetermineerd.<sup>8</sup> Ecologische affiniteiten van aanwezige soorten zijn bepaald aan de hand van De Nederlandse Ecologische Flora en de Heukels' Flora van Nederland.<sup>9</sup> Hierbij heeft de huidige relatie tussen de soorten en hun leefmilieu als basis gediend voor de interpretatie van het milieu in het verleden. Op grond van de inventarisatie, welke is uitgevoerd door F. Verbruggen, is bepaald welke monsters voor analyse in aanmerking kwamen.

Tijdens de inventarisatie, waarvan de resultaten zijn weergegeven in *bijlage 3*, is gebleken dat niet alle pollenmonsters geschikt zijn voor analyse.<sup>10</sup> De monsters uit pollenbak 1 bevatten voldoende goed geconserveerde stuifmeelkorrels en

<sup>6</sup> Beug 2004; Moore *et al.* 1991; Punt *et al.* 1976-2003.

<sup>7</sup> van der Meijden 1996.

<sup>8</sup> van Geel 1976; 1998.

<sup>9</sup> Weeda *et al.* 1985, 1987, 1988, 1991, 1994; van der Meijden 2005.

<sup>10</sup> Verbruggen & van der Linden 2012, 4.

sporen voor een betrouwbare analyse. Het middelste monster uit laag 7 van pollenbak 1 was minder rijk dan de overige monsters. Desalniettemin is dit monster geanalyseerd, evenals de overige pollenmonsters uit pollenbak 1. In tegenstelling tot de monsters uit pollenbak 1 waren de pollenmonsters uit pollenbak 2 minder geschikt voor een analyse. In deze monsters zijn namelijk aanzienlijk minder stuifmeelkorrels aanwezig en deze waren bovendien matig geconserveerd, wat een betrouwbare analyse niet mogelijk maakt. Een uitzondering hierop vormt het pollenmonster uit laag 9 van pollenbak 2. Dit monster bevatte op zich voldoende materiaal voor een analyse. Dit monster is dan ook geanalyseerd.

De analyse is uitgevoerd door F. Verbruggen, waarbij gebruik is gemaakt van een doorvallend-lichtmicroscop (Olympus BX41, eventueel met fase-contrast) met een maximale vergroting van 1000 maal om zo de onderlinge verhoudingen van de pollentypen te bepalen.

Om betrouwbare resultaten te verkrijgen is een pollensom van minimaal 600 pollen en sporen aangehouden, waarin alle planten, behalve waterplanten, zijn opgenomen. Van alle palynomorfen zijn percentages berekend aan de hand van deze pollensom. Na het bereiken van de pollensom is vervolgens het hele pollenpreparaat doorgekeken, zodat alle aanwezige pollentypen genoteerd zijn.

Aanwezige pollentypen in pollenbak 1 zijn grafisch weergegeven in een pollendiagram dat met behulp van de programma's TILIA en TG-VIEW is geconstrueerd.<sup>11</sup> Palynomorfen (pollen, sporen en NPP's) zijn binnen ecologische groepen gerangschikt op de x-as. Op de y-as is de diepte (in cm diepte in pollenbak 1) weergegeven, en deze stelt daarmee een relatieve tijdsas voor omdat de pollenmonsters in stratigrafisch verband zijn genomen. De volgorde van palynomorfen is op onafhankelijke wijze bepaald op basis van het zwaartepunt van het voorkomen met behulp van het programma TRAN.<sup>12</sup> Op subjectieve wijze is een zonering aangebracht in het pollendiagram om zo de grootste verschuivingen in de vegetatiesamenstelling weer te geven. Om de pollencurven is een enveloppe geplot, die een overdrijving van 15% voorstelt. Zo kunnen ook relatief kleine veranderingen in aanwezigheid van de pollentypen in het pollendiagram waargenomen worden. Pollentypen die buiten de telling in het preparaat zijn aangetroffen, zijn in het pollendiagram met een plus (+) weergegeven.

### 3.3 INTERPRETATIE POLLENMONSTERS UIT SLIKKE- EN SCHORREGEBIED

In pollenmonsters uit slikke- en schorreafzettingen bestaat een groot deel uit door zeewater aangevoerd pollen. Een aantal goed herkenbare pollentypes is als het ware gespecialiseerd in verspreiding door water. Dat is bijvoorbeeld het pollen van coniferen (o.a. den (*Pinus*), spar (*Picea*) en zilverspar (*Abies*). Omdat de stuifmeelkorrels van den, spar en zilverspar bestaan uit een lichaam met twee luchtzakken (zogenaamde *sacci*), heeft dit pollen een groot drijfvermogen

---

<sup>11</sup> Grimm 1992-2004.

<sup>12</sup> Lotter & Juggins 1991.

waardoor het vaak oververtegenwoordigd is in fluviatiele en mariene sedimenten.<sup>13</sup>

Door water kunnen echter ook grote hoeveelheden pollen aangevoerd worden die niet opvallen door een bijzondere vorm. Het gaat hier om pollen dat in suspensie vervoerd wordt. Dit pollen wordt op dezelfde manier als kleine minerale deeltjes zoals klei door het water getransporteerd. Vooral door rivieren worden grote hoeveelheden pollen in suspensie aangevoerd.<sup>14</sup> Vaak is het door zeewater aangevoerde pollen afkomstig uit riviermonden. In andere gevallen is het afkomstig uit door zeewater geërodeerde oudere sedimenten in het kustgebied. Samen met oudere of jongere sedimenten vindt dan hersedimentatie (remaniëring) van oud pollen plaats. Soms is dit pollen herkenbaar omdat het om soorten gaat die in ons klimaatgebied niet meer voorkomen (zogenaamd Prékwartair pollen). Soms is het herkenbaar omdat het soorten zijn die van nature niet in het kustgebied voorkomen. De aanwezigheid van pollen en sporen van heide- en veenplanten (bijvoorbeeld heide, varens veenmos) in kustafzettingen is bijvoorbeeld een bekend verschijnsel. Het kan worden verklaard door erosie van (oude) veenpakketten in het kustgebied en/of door aanvoer met afwateringswater uit het veenmoerassen in het achterland.<sup>15</sup>

Naast pollen dat door water is aangevoerd zal er tevens pollen van lokaal groeiende vegetatie aanwezig zijn, en pollen dat door de wind is vervoerd.

## 4. Resultaten en interpretatie

De resultaten van het pollenonderzoek staan weergegeven in *bijlagen 4 en 5*.

### 4.1 SCHORRE- EN SLIKKEAFZETTINGEN (POLLENBAK 1)

Ten tijde van de afzettingen van lagen 8 en 9 zijn er geen grote verschuivingen in de regionale en lokale flora opgetreden. De twee pollenmonsters uit deze lagen (BX 5649 en BX 5650) vormen tezamen dan ook zone 1. De pollenmonsters die genomen zijn uit laag 7 bevatten veelal dezelfde dominante pollentypen; echter de percentages van veel van deze pollentypen is veranderd ten opzichte van de pollenmonsters uit laag 8 en 9. De drie pollenmonsters uit laag 7 (BX 5646 t/m BX 5648) vormen zone 2.

#### 4.1.1 Zone 1 (lagen 8 en 9)

##### 4.1.1.1 *Bossen en de openheid van het landschap*

In het hoofddiagram (links in *bijlage 5*) is duidelijk te zien dat het pollenspectrum van zone 1 bestaat uit een grote diversiteit aan planten; pollen van bomen en van oever- en moerasplanten hebben het grootste aandeel, terwijl ook pollen van

<sup>13</sup> Zagwijn 1965; Riezebos & Du Saar 1969.

<sup>14</sup> Jansen 1974, 25; Van der Hammen & Hooghiemstra 2000.

<sup>15</sup> Bohncke 1984, 226; zie ook Hartman 1968, 530-531; van Haaster, 2011.

kruiden en heide- en hoogveenplanten vaak in de pollenmonsters uit laag 8 en 9 zijn aangetroffen.

Er is pollen aanwezig van tal van bomen die over het algemeen vaak voorkomen op drogere plekken in het landschap. Zo is pollen van hazelaar (*Corylus*) aangetroffen, evenals dat van eik (*Quercus*), berk (*Betula*), den (*Pinus*), iep (*Ulmus*), beuk (*Fagus sylvatica*), linde (*Tilia*) en hulst (*Ilex aquifolium*) en sporen/pollen van planten die veel voorkomen in bossen, zoals eikvaren (*Polypodium*), adelaarsvaren (*Pteridium aquilinum*) en maretak (*Viscum album*).

Bovendien is pollen aanwezig van spar (*Picea*) en zilverspar (*Abies*). De twee laatstgenoemde bomen komen van nature niet voor in de omgeving van Wenduine. De vondst van pollen van spar en zilverspar wijst er dan ook op dat er sprake is van langeafstandstransport van het pollen. Het pollen kan met de wind zijn meegenomen, maar kan ook uitstekend via (zee)water getransporteerd worden. In kustnabije omgevingen, zoals in Wenduine, is het dan ook zeer aannemelijk dat dit pollen is aangespoeld. Ook den heeft dergelijke luchtzakken. Hoewel den waarschijnlijk wel in de omgeving van Wenduine aanwezig is geweest ten tijde van de afzetting van laag 8 en 9, is het echter niet geheel uit te sluiten dat ook een deel van het denpollen afkomstig is van langeafstandstransport en dus eigenlijk oververtegenwoordigd is in dit pollendiagram.<sup>16</sup> De percentages van den, spar en zilverspar zijn echter laag. Uiteraard is het zeer waarschijnlijk dat ook een deel van het pollen van de overige bomen afkomstig is uit de wijde regio en via (zee)water of de lucht naar de onderzoekslocatie is getransporteerd. In een slikke- en schorremilieu is er sprake van een zeer open landschap, waarin pollen zich goed kan verspreiden over lange afstanden. Het is echter wel mogelijk dat gemengde loofbossen regionaal aanwezig waren geweest op hoger, en daarmee droger gelegen kreekruggen of strandwallen waar weinig zoutwater-invloed was. Het lijkt echter waarschijnlijker dat deze bomen verder weg voorkwamen. Het brongebied zal eerder in de hogergelegen delen van het Pleistocene landschap geweest zijn zoals het achterland waar de legerplaatsen Brugge en Oudenburg gevestigd waren.

Op de nattere (zoetere) plekken in de omgeving van Wenduine waren els (*Alnus*) en in mindere mate wilg (*Salix*) aanwezig. Hierbij moet opgemerkt worden dat wilgen door insecten bestoven worden en het pollen van wilg om deze reden minder goed verspreid dan pollen van windbestuivende boomsoorten, waardoor pollen van wilg vaak ondervertegenwoordigd is in pollendiagrammen. Els daarentegen produceert veel pollen dat zowel door de wind als door rivierwater verspreid wordt.

De ratio van boompollen (AP): niet-boompollen (NAP) geeft vaak een indicatie van de mate van openheid van landschappen. Hoe meer boompollen in het pollenspectrum aanwezig zijn, hoe hoger deze ratio en hoe sterker bebost de omgeving was. In zone 1 is er sprake van een AP:NAP-ratio van 0,45 en 0,33 (zie bijlage 4). Een eerdere studie aan recente vegetatie in Nederland heeft laten zien dat dergelijke ratio's geobserveerd worden in situaties waarin sprake is van een

<sup>16</sup> zie Bakker & van Smeerdijk 1982, 133.

open bos of een bosrand.<sup>17</sup> Zeker als we ervan uitgaan dat een deel van de boompollen van verre is getransporteerd, kunnen we er vanuit gaan dat het landschap in Wenduine relatief open moet zijn geweest en dat er hooguit sprake was van een bosrandsituatie. Het feit dat hazelaar het meest voorkomende boompollen is, bevestigt dit. Immers, hazelaar is een lichtminnende soort, welke met name voorkomt op open plekken of aan bosranden alwaar het lichter is.

#### 4.1.1.2 *Kruiden*

Verder komt in het pollendiagram van pollenbak 1 duidelijk naar voren dat kruiden een belangrijke rol speelden in het Romeinse landschap van Wenduine. Pollen van planten van de ganzenvoetfamilie (Chenopodiaceae) is een van de dominante pollentypen in zone 1. Vaak worden planten van deze familie geassocieerd met menselijke activiteiten, omdat onder andere melganzenvoet (*Chenopodium album*) en uitstaande- en spiesmelde (*Atriplex patula* en *A. prostrata*) vaakgeziene onkruiden zijn in akkers en moestuinen. Echter in kustgebieden, zoals hier in Wenduine, moeten we er echter op bedacht zijn dat het niet mogelijk is om een eenduidige standplaatsrelatie toe te schrijven aan planten van de ganzenvoetfamilie. Planten van de ganzenvoetfamilie komen namelijk ook van nature voor in kust- en schorregebieden. Zo zijn strand- en kustmelde (*Atriplex littoralis* en *Atriplex glabriuscula*) op vloedmerken te vinden en komen zeekraal (*Salicornia europaea*), spiesmelde en schorrenkruid (*Suaeda maritima*) voor op schorren.<sup>18</sup> Een vergelijkbare relatie gaat op voor planten zoals buis- en lintbloemigen van de composietenfamilie (Asteraceae tubuliflorae en Asteraceae liguliflorae) en planten van de kruisbloemenfamilie (Brassicaceae), waarvan pollen in zone 1 is aangetroffen. Op basis van pollenmorfologie is het niet mogelijk om een duidelijk onderscheid te maken tussen planten binnen deze families; een onderzoek aan botanische macroresten is daar geschikter voor. Het verdient dan ook de aanbeveling om macrobotanisch onderzoek te combineren met pollenonderzoek om zo meer te weten te komen over de samenstelling van de (lokale) vegetatie.

#### 4.1.1.3 *Invloed van de zee*

Het is vaak moeilijk om door middel van pollenonderzoek precies te achterhalen in welk type kustafzettingmilieu de monsterlocatie zich bevond, zeker wanneer macrobotanische gegevens niet beschikbaar zijn. Enerzijds komt dit doordat de pollenmorfologie van enkele typische zoutminnende planten (halofieten) identiek is aan die van planten uit dezelfde familie die juist enkel in zoetwatermilieus voorkomen. Anderzijds heeft dit te maken met getijdenwerking, welke aan de kust een belangrijke rol speelt. Zo kan pollen van kustnabije planten, zoals planten die op vloedmerken voorkomen, met hoogtij worden getransporteerd naar hoger gelegen delen van het landschap, zoals een schorre. Andersom wordt ook pollen van hoger gelegen delen van de schorre gedurende de overgang van vloed naar eb naar lager gelegen delen getransporteerd. Ten slotte is er in kustgebieden vaak sprake van hoge mate van

<sup>17</sup> Groenman-van Waateringe 1986, 197.

<sup>18</sup> van der Meijden 2005, 306; Weeda *et al.* 1985, 163, 166, 167.



erosie, waardoor oudere sedimenten worden geremaneerd, wat leidt tot de afzetting van ouder materiaal in lagen.

Met deze kennis in het achterhoofd is het voor een landschapsreconstructie noodzakelijk om niet enkel naar pollen te kijken, maar ook naar andere resten van organismen die ons meer kunnen vertellen over de milieuomstandigheden. Zo zijn in de pollenmonsters van zone 1 resten van diverse organismen gevonden die in brakke of zoute milieus voorkomen. Voorbeelden hiervan zijn de cysten van dinoflagellaten (Hystriochosphaeridae) en zogenaamde *linings* van gaatjesdragers of foraminiferen. Deze *linings* omgeven de kamers, waaruit de macroscopisch kleine schelpjes van gaatjesdragers bestaan. Omdat deze *linings* chitine bevatten, zijn zij zeer resistent tegen microbiële en chemische afbraak en kunnen zij, na chemische opwerking van pollenmonsters in het laboratorium, in pollenpreparaten teruggevonden worden, zoals hier in pollenbak 1 van Wenduine. Bovendien zijn resten van enkele kiezelwieren (diatomeeën) aangetroffen die voorkomen in zoute of brakke milieus, zoals *Aulacodiscus argus*, een mariene benthische kiezelwier<sup>19</sup> en *Podosira stelligera*, een mariene kiezelwier welke onder andere in getijdegeulen voorkomt.<sup>20</sup> Met name van de twee kiezelwieren zijn resten zeer duidelijk in de pollenmonsters aanwezig; van *P. stelligera* zijn honderden fragmenten aanwezig in de pollenmonsters van zone 1. Hierbij moet opgemerkt worden dat resten van deze kiezelwieren bijzonder resistent zijn tegen afbraak en afkomstig kunnen zijn van meervoudig geremaneerde afzettingen. Echter, het gecombineerd voorkomen van diverse mariene organismen en hoge percentages van pollen van ganzenvoetachtigen, duidt erop dat de invloed van de zee waarschijnlijk groot was ten tijde van de afzetting van zone 1. Er is sprake van een afzettingmilieu dat regelmatig overspoeld wordt met zeewater, zoals dat bijvoorbeeld het geval is in getijdegeulen en op slikken en schorren.<sup>21</sup> Hierbij moet opgemerkt worden dat slikken (vrijwel) onbegroeid zijn. Dit komt omdat dit milieu bij elke vloed onder water komt te staan en de vegetatie zo geen kans heeft om zich te vestigen. Een schorre daarentegen wordt enkel bij hoog- of springtij overspoeld met zeewater en biedt een prima ondergrond voor zouttolerante planten om zich te vestigen. De vondst van pollen van engels gras/lamsoor (*Armeria/Limonium*), beide geslachten maken deel uit van schorrevegetaties, is goed in dit beeld te plaatsen.

#### 4.1.1.4 *Invloed van de mens*

Nu we hebben vastgesteld dat het milieu ten tijde van de afzetting van laag 8 en 9 onder andere onder invloed stond van zout/brak water, is het interessant om te kijken wat de invloed is van de mens op het landschap van Wenduine in deze periode. Hiervoor kunnen we kijken naar de aanwezigheid van pollen van planten die geassocieerd worden met menselijke activiteiten, zoals granen (*Cerealia*), akkeronkruiden en ruderaal planten. Opvallend is dat pollen van

<sup>19</sup> Hasle & Syvertsen 1996, 141.

<sup>20</sup> Hendey 1974; Metcalfe *et al.* 2000, 103.

<sup>21</sup> Om een goed lokaal beeld te krijgen van het afzettingmilieu in kustgebieden is een aanvullend kiezelwieronderzoek zeer geschikt.

granen slechts sporadisch voorkomt in zone 1. Hierbij moet de opmerking geplaatst worden dat er in het kustgebied enkele grassen voorkomen zoals slijkgras (*Spartina*) die pollen produceren dat binnen het granen-type valt. We moeten er daarom op bedacht zijn dat het aangetroffen granen-pollen tevens van deze soort(en) zou kunnen zijn. Ook is pollen van diverse akkeronkruiden zoals zwart hauwmos (*Anthoxanthum punctatum*) en zwarte nachtschade-type (*Solanum nigrum*-type) slechts in lage concentraties aanwezig. Dit duidt erop dat de toenmalige inwoners van Wenduine niet aan intensieve akkerbouw deden in de directe omgeving van de plek waar pollenbak 1 is genomen. Hoewel milieus die zo nu en dan in contact komen met zout/brak water niet geschikt lijken voor akkerbouw, hebben studies in recente schorregebieden aangetoond dat op de hoger gelegen delen van schorren wel degelijk granen, zoals gerst (*Hordeum vulgare*) en andere gebruiksplanten, zoals vlas (*Linum usitatissimum*), huttentut (*Camelina sativa*) en duivenboon (*Vicia faba* var. *minor*) verbouwd kunnen worden.<sup>22</sup> Het is dan ook goed mogelijk dat er wel op kleine schaal granen en andere gewassen verbouwd of verwerkt zijn, maar dat de grootschalige akkerbouw niet in de directe nabijheid heeft plaatsgehad.

Pollen van planten die vaak geassocieerd worden met menselijke activiteiten, zoals de tredplant smalle weegbree (*Plantago lanceolata*) en de ruderaal plant alsem (*Artemisia*) en grote brandnetel (*Urtica dioica*) zijn sporadisch in de pollenmonsters aangetroffen, waarbij opgemerkt moet worden dat het alsem pollentype zowel van de ruderaal bijvoet (*Artemisia vulgaris*) als van de halofiete zeealsem (*Seriphidium maritimum*) afkomstig kan zijn.<sup>23</sup> Het is dan ook vrij waarschijnlijk dat de laatstgenoemde schorreplant dit pollen heeft geproduceerd.

In de pollenmonsters van zone 1 is houtskool aanwezig (zie *bijlage 4*). Het is echter niet zeker of dit houtskool afkomstig is van branden die een natuurlijke oorzaak hebben, of dat deze bewust door de mens zijn aangestoken (hierbij kan gedacht worden aan het branden van vegetatie om zo een jonge, verse vegetatie te krijgen, hetgeen aantrekkelijk is voor vee of aan haarden die zijn aangestoken om bijvoorbeeld te koken). Bovendien is het mogelijk dat dit houtskool via (zee)water of de lucht op de onderzoekslocatie terecht is gekomen en een oorsprong in de wijde regio heeft.

#### 4.1.1.5 Heide en hoogveen

In de pollenspectra van zone 1 uit pollenbak 1 zijn stuifmeelkorrels van heide- en hoogveenplanten duidelijk vertegenwoordigd. Zo vormt pollen van struikheide (*Calluna vulgaris*) en veenmos (*Sphagnum*) tezamen zo'n 10% van de totale pollensom (zie *bijlage 4*). Ook gagel (*Myrica gale*), kraaiheide (*Empetrum nigrum*) en andere heideachtigen (Ericaceae) hebben in een dergelijke milieu een rol gespeeld. Anderhalve kilometer landinwaarts van Wenduine was sprake van een veenmoeras, maar veen werd waarschijnlijk ook kleinschaliger gevormd in zoetwaterdepressies op de hoge schorre.<sup>24</sup> Het aangetroffen pollen van heide- en

<sup>22</sup> van Zeist *et al.* 1976, 139; Bottema *et al.* 1980, 139.

<sup>23</sup> Beug 2004, 189.

<sup>24</sup> Hillewaert *et al.* 2011, 37.

veenplanten kan uit beide gebieden afkomstig zijn en via watertransport in geulen en luchttransport op de onderzoekslocatie afgezet zijn.

#### 4.1.1.6 *Vochtige tot natte (zoet)watermilieus*

In de pollenspectra van zone 1 is pollen aangetroffen van diverse planten die voorkomen op relatief natte plekken in het landschap. Hierbij kan gedacht worden aan oevers van kreken en rivieren, maar ook aan drassige plekken in het landschap die een goede standplaats bieden voor een oever- en moerasvegetatie. Grassen (Poaceae) maken een klein deel uit van de pollenspectra. Omdat het moeilijk is om een onderscheid te maken tussen de vele verschillende grassensoorten op basis van pollenmorfologie, is het niet mogelijk om vast te stellen of deze grassen op de schorren of op elders aanwezig zijn geweest. De meest voorkomende spore in zone 1 is het niervaren-type (*Dryopteris*-type). Diverse varens kunnen dit type sporen produceren, zoals moerasvaren (*Thelypteris*) en niervaren (*Dryopteris*). Omdat deze varens op verschillende plaatsen voor kunnen komen, is het moeilijk om een enkele standplaats aan te duiden voor de planten die deze sporen hebben verspreid. Bovendien zijn sporen van niervaren-type, evenals pollen van spar, zilverspar en den, vaak oververtegenwoordigd in pollenspectra wanneer er sprake is van de aanvoer van (zee)water. Het is dan ook mogelijk dat een deel van deze sporen afkomstig is van planten die niet in de omgeving van de onderzoekslocatie aanwezig zijn geweest, maar door langeafstandstransport daar terecht is gekomen. Een andere aanwijzing voor de aanvoer van allochtoon materiaal is de vondst van zeefplaten van houtvaten van els, berk, hazelaar of gagel (Type 114 *sensu* van Geel). Omdat er sprake is van een slikke- en schorremilieu kunnen we aannemen dat bomen niet direct op de onderzoekslocatie zelf hebben gestaan. Deze zeefplaten worden zeer lokaal afgezet, daarom duidt de vondst van deze niet-pollen palynomorf erop dat er sprake is van aanvoer van allochtoon materiaal.

Verder is pollen aanwezig van planten die deel uit hebben gemaakt van een oever- en moerasvegetatie, waaronder cypergrassen (Cyperaceae), kleine en grote egelskop (*Sparganium emersum* en *Sparganium erectum*), kleine lisdodde (*Typha angustifolia*), kleine valeriaan-type (*Valeriana dioica*-type) en waterdrieblad (*Menyanthes trifoliata*). Waterdrieblad is een zoutmijdende soort en duidt er dan ook op dat er hier en daar plaatselijk zoet water beschikbaar was.<sup>25</sup> Ook russen (*Juncus*) zijn hier aanwezig geweest. Hiervan zijn zaadfragmenten aangetroffen in de pollenmonsters. Stuifmeelkorrels van russen worden niet gevonden; die blijven door de dunne wand (exine) niet of niet herkenbaar bewaard in het sedimentaire archief.<sup>26</sup> De russen zijn zowel aan geulen in het getijdegebied alsmede in de gebieden waar zich veen vormde te plaatsen.

Pollen van waterplanten is slechts zeer sporadisch aanwezig in zone 1. Zo is slechts één stuifmeelkorrel van waterlelie (*Nymphaea*) aanwezig. De wateren waaraan en waarin de oever- en moerasplanten stonden zal relatief ondiep zijn

<sup>25</sup> van der Meijden 2005, 335.

<sup>26</sup> Beug 2004, 43.

geweest, waardoor waterplanten zich niet konden vestigen. Dat er wel zoetwater aanwezig is geweest in de directe nabijheid van de monsterlocatie, bewijst de vondst van resten van de (waarschijnlijk) zoetwateralg Type 128A *sensu* van Geel, welke evenals pollen van waterdrieblad duidt op de aanwezigheid van meso- tot eutroof zoetwater.<sup>27</sup> Daarnaast zijn resten van groenalgen, zoals *Botryococcus*, *Pediastrum* en algen van de familie Zygnemataceae in zone 1 aanwezig.

#### 4.1.2 Zone 2 (laag 7)

##### 4.1.2.1 *Natuurlijke vegetatie en invloed van de zee*

Ten opzichte van zone 1 is er in zone 2 niet veel veranderd, wat aangeeft dat we in Wenduine te maken hebben met een relatief stabiel milieu. Percentuele veranderingen van de aanwezige stuifmeelkorrels en sporen in deze Romeinse vondstlaag zijn niet groot ten opzichte van de lagen die hieronder zijn afgezet. Het opmerkelijkste verschil is een toename in het aandeel pollen van algemeen voorkomende kruiden en een afname in het aandeel pollen van moeras- en oeverplanten in zone 2 ten opzichte van zone 1. De pollenspectra van de pollenmonsters uit laag 7 zijn onderling zeer vergelijkbaar. Zo is pollen van bomen nog steeds duidelijk in de pollenmonsters aanwezig. De gemengde loofbossen met daarin eik, hazelaar, linde, iep, berk, hult en in deze zone ook haagbeuk (*Carpinus betulus*) en es-type (*Fraxinus excelsior*-type) waren waarschijnlijk te vinden op hoger gelegen kreekruggen of strandwallen of verder weg op de Pleistocene gronden. Op een nabijgelegen rug vond bewoning plaats in de Romeinse tijd; het is dan ook goed mogelijk dat daar ook bomen aanwezig waren, die de Romeinse bewoners van Wenduine voorzagen in hout als brand- en bouw materiaal.

De AP:NAP-ratio van beide pollenmonsters in zone 2 laat zien dat ongeveer 30% van het pollen afkomstig is van bomen. Dit wil zeggen dat er nog steeds sprake is van een bosrandsituatie.<sup>28</sup> Hierbij moet opgemerkt worden dat het boompollen niet afkomstig is van lokaal aanwezige bomen, maar waarschijnlijk afkomstig is van de wijde omgeving. Evenals in zone 1 was er veen aanwezig in de regio. In dit voedselarme veenmilieu kwamen heideplanten en veenmossen voor. Op natte plekken in het landschap zoals moerassen en oevers van kreken waren tal van planten te vinden, zoals cypergrassen, lisdodde, paardenstaart (*Equisetum*) en waterweegbree-type (*Alisma*-type).

Een van de grootste verschuivingen die in laag 7 is opgetreden ten opzichte van lagen 8 en 9, is de toename in het aandeel pollen van planten van de ganzenvoetfamilie in zone 2. Deze percentuele toename kan op verschillende wijzen verklaard worden. Allereerst kan er sprake zijn van een daadwerkelijke toename van deze planten in de omgeving. Daarnaast is het mogelijk dat zich zeer lokaal één of een aantal ganzenvoetachtigen bevonden gedurende de afzetting van laag 7, waardoor het pollen ervan in grotere getale aanwezig is in

<sup>27</sup> van Geel *et al.* 1983, 312.

<sup>28</sup> Groenman-van Waateringe 1986, 197.

zone 2. Een andere, en meer plausibele verklaring is een afname van de (zee)watertoevoer, en daarmee, een droger milieu. Deze afname is af te leiden uit de aantallen vondsten van resten van mariene organismen. Zo zijn zowel de cysten van dinoflagellaten, *linings* van gaatjesdragers, en silicaskelletjes van de mariene kiezelwieren *A. argus* en *P. stelligera* percentueel afgenomen in zone 2. Ook de afname in het aandeel sporen van niervaren-type zou hiermee kunnen samenhangen, omdat deze sporen vaak worden meegevoerd met water (zoet en zout/brak). Een derde bewijs hiervoor vormt de afname van het aandeel zeefplaten (T. 114) en pollen van den in de pollenmonsters van zone 2. Doordat met name sporen van niervaren-type minder talrijk zijn, is de hoeveelheid autochtoon pollen (dat wil zeggen, pollen van planten die wel lokaal en regionaal voorkwamen in het landschap) relatief toegenomen. Dit is niet enkel gereflecteerd in hogere percentages pollen van planten van de ganzenvoetfamilie, maar ook van die van de kruisbloemenfamilie en de lintbloemigen van de composietenfamilie. Omdat planten uit deze families op zeer diverse plekken in het landschap gestaan kunnen hebben, is het slechts mogelijk om hierover te speculeren. Het is gezien de geografische ligging van de onderzoekslocatie goed voor te stellen dat we hier te maken hebben met een typische vegetatie van de hogere delen van de schorre bestaande uit planten zoals zeeraket (*Cakile maritima*; Brassicaceae pollentype), zeekraal, schorrenkruid, spiesmelde, gewone zoutmelde, kustmelde (Chenopodiaceae pollentype), leeuwentand (*Leontodon*; Asteraceae liguliflorae pollentype), zulte (*Aster tripolium*; Asteraceae tubuliflorae en *Senecio* pollentype), zilte schijnspurrie (*Spergularia marina*; *Spergularia* pollentype) (zie figuur 4).



**Figuur 4** Gewone zoutmelde en schorrenkruid zijn planten van de ganzenvoetfamilie die voorkomen op schorren (© F. Verbruggen, A-PEX archeobotanie).

#### 4.1.2.2 *Invloed van de mens*

Doordat er de invloed van de zee is afgenomen, lijkt het landschap in principe geschikter voor bewoning dan daarvoor. Er is echter geen sprake van een toename in het aandeel pollen van planten die geassocieerd worden met menselijk handelen. Zo is het percentage pollen van granen, waaronder gerst/tarwe-type (*Hordeum/Triticum*-type) en granen-type (*Cerealia*-type) ietwat toegenomen, maar zijn percentages pollen van akkeronkruiden en ruderaal planten, zoals zwart en geel hawwmos (*Phaeoceros laevis*), veldzuring-type (*Rumex acetosa*-type), grote brandnetel-type en alsem (mits dit geen zeealsem betreft) ongeveer gelijk gebleven.

Omdat de plek van bewoning op de rug is geërodeerd, is het helaas niet mogelijk om pollenonderzoek te doen op de bewoningslocatie zelf, waardoor een beter beeld van de menselijke invloed op de vegetatie zou kunnen zijn verkregen.

### 4.2 GEULAFZETTINGEN (POLLENBAK 2)

Opvallend is de lage concentratie pollen in de geulafzettingen. Over het algemeen is dit type afzettingen zeer geschikt voor pollenonderzoek, omdat het sediment vaak onder de grondwatertafel bewaard blijft. In het geval van de geul in Wenduine maakte de lage concentratie pollen in combinatie met een matige conserveringstoestand ervan een pollenanalyse van de pollenmonsters uit laag 7 en 8 niet mogelijk. Laag 9 (pollenmonster BX 5654) daarentegen was geschikt voor palynologisch onderzoek. De resultaten van deze analyse zijn weergegeven in *bijlage 4*.

#### 4.2.1 Laag 9

##### 4.2.1.1 *Natuurlijke vegetatie en invloed van de zee*

De stratigrafisch oudste laag is met name rijk in pollen van kruiden. Het aandeel boompollen is laag (18%) in dit pollenmonster, wat aangeeft dat er sprake is van een zeer open landschap.<sup>29</sup> De bomen die in de regio en achterland van de onderzoekslocatie aanwezig te vinden waren, zijn els, hazelaar, den, eik, berk, iep en linde. De concentratie pollen en sporen is zeer laag (21.200 korrels/cm<sup>3</sup>), wat ook in de richting wijst van een open landschap met relatief weinig begroeiing en/of een spoor met een hoge sedimentatiesnelheid.

Het meest voorkomende pollentype is geproduceerd door planten van de kruisbloemenfamilie (36% van de pollensom). Dat deze planten lokaal op de onderzoekslocatie zelf aanwezig zijn geweest, bewijst de vondst van tal van pollenclusters. Normaliter verspreidt iedere stuifmeelkorrel zich individueel. Wanneer er bijvoorbeeld meeldraden van deze planten in de geul terecht zijn gekomen, is de kans groot dat het pollen dat zich daarin bevindt, in clusters in sedimenten bewaard blijft. Over het algemeen worden resten, zoals meeldraden in de directe nabijheid van de plant die ze produceerde, afgezet, alwaar zij snel

---

<sup>29</sup> Groenman-van Waateringe 1986, 197.



zullen vergaan. Het pollen bevat echter een wand met daarin sporopollinine, een stof die zeer resistent is tegen afbraak. Welke planten dit pollen hebben geproduceerd, blijft een kwestie van speculeren. Gezien de vondst van zeer veel resten van de mariene kiezelwieren *A. argus* en *P. stelligera* in het pollenmonster uit deze laag, is het aannemelijk dat we hier te maken hebben met een milieu waar zout water een grote rol speelde. Het is dan ook goed mogelijk dat dit pollen afkomstig is van bijvoorbeeld zeeraket, welke met name op de zeereep en op schorren zeer veelvoorkomend is.

Ook pollen van lintbloemen van de composietenfamilie en van planten van de ganzenvoetfamilie is veelvuldig in laag 9 aangetroffen. Het is goed mogelijk dit pollen ook afkomstig is van planten op de schorre, hoewel dit niet te bewijzen is.

Pollen van grassen zijn in lage percentages (1% van de pollensom) aanwezig, wat erop duidt dat graslanden een kleine rol speelden in het landschap van Wenduine ten tijde van de afzetting van laag 9. Het is goed mogelijk dat deze grassen aan de oever van de geul hebben gestaan.

In laag 9 zijn stuifmeelkorrels en sporen van diverse moeras- en oeverplanten, zoals niervarens, cypergrassen, waterdrieblad en grote lisdodde aangetroffen, waarvan het niervaren-type het meest voorkomend is (12% van de pollensom). Het is echter niet zeker of niervarens daadwerkelijk op de onderzoekslocatie hebben gestaan, of dat deze sporen zijn aangespoeld met het (zee)water, dat deze plek met zekerheid bereikte. Van de overige moeras- en oeverplanten mag aangenomen worden dat deze aan de rand van de geul hebben gestaan. Pollen van heide- en hoogveenplanten, zoals planten van de heifamilie en veenmos maken ongeveer 5% uit van het pollenspectrum van laag 9.

#### 4.2.1.2 *Invloed van de mens*

In laag 9 zijn geen bewijzen voor menselijke activiteiten gevonden; pollen van granen zijn afwezig. Er is één spore van zwart hauwmos aangetroffen, welke over het algemeen vaak voorkomt op vochtige (dichtgeslagen) plekken op akkers.<sup>30</sup> Dit mos is echter niet beperkt tot deze plekken; het kan onder andere voorkomen op vochtige plekken op binnenduinranden, die niet geïnundeerd zijn.<sup>31</sup> Het is dan ook goed mogelijk dat zwart hauwmos aldaar geplaatst moet worden in het (pre)Romeins landschap van Wenduine.

In het pollenmonster uit laag 9 van pollenbak 2 is één ascospore van het type 55A *sensu* van Geel aangetroffen. Deze (mest)schimmel kan zich voeden met dierlijke mest en kan om deze reden indicatief voor de aanwezigheid van (mest van) grote herbivoren. Het kan echter ook de aanwezigheid van rottend plantenmateriaal aanduiden.<sup>32</sup>

<sup>30</sup> Koelbloed & Kroeze 1965, 106.

<sup>31</sup> Bruin 2006, 46.

<sup>32</sup> van Geel *et al.* 1981, 418, 438.

#### 4.2.2 Laag 8

Uit laag 8 zijn twee pollenmonsters geïnventariseerd (BX 5652 en BX 5653). Deze laag is weinig en de vondst van een scherf kan deze laag in de Romeinse tijd dateren. Opvallend is dat beide monsters arm zijn aan pollen; in de basis van laag 8 is het pollentype van lintbloemigen van de composietenfamilie het meest voorkomend, terwijl in de top van laag 8 sporen van veenmos het belangrijkste deel van het pollenspectrum uitmaken. In tegenstelling tot pollen en sporen zijn de pollenmonsters juist zeer rijk in zogenaamde *spore balls* van *Urocystis* (Type 1403 *sensu* van Geel) en chlamydosporen van *Glomus*. *Urocystis* is een schimmel die op diverse planten parasiteert<sup>33</sup>. *Glomus* staat bekend als een bodemschimmel die parasiteert op de wortels van verschillende planten.<sup>34</sup> Opvallend is het feit dat er naast diverse plantenschimmels ook diverse mestschimmels in laag 8 aanwezig zijn. Ascosporen van mestschimmels, zoals *Podospora*-type (Type 368 *sensu* van Geel) en *Sordaria*-type (Type 55 *sensu* van Geel) wijzen op de aanwezigheid van dierlijke mest. Dit is niet vreemd in een dergelijk landschap; (hoge) schorren bieden herbivoren een uitstekende plek om te grazen (zie *figuur 5*).<sup>35</sup>

Dat er sprake is van uitwerpselen in de vulling van deze geul bewijst eveneens de vondst van eieren van zweepworm (*Trichuris*). Deze darmparasiet komt zowel voor mens als bij vee.<sup>36</sup> Het is dan ook waarschijnlijk dat er mestafval in de geul is gegooid/terecht is gekomen. Deze laag kan worden bestempeld als een laag die is afgezet in een periode waarin menselijke activiteit naar grote waarschijnlijkheid een grotere rol speelde; niet enkel door de vondst van een scherf, maar ook door vondsten van mestschimmels en darmparasieten. Het kan echter niet geheel uitgesloten worden dat de mestschimmels en darmparasieten in de geul terecht zijn gekomen tijdens het bezoek van vee aan de geul om bijvoorbeeld te drinken. Het is mogelijk dat tijdens het drinken fecaliën in de geul zijn beland.

#### 4.2.3 Laag 7

Laag 7 (pollenmonster BX 5651) is arm aan pollen (zie *bijlage 3*). Het pollen dat erin aanwezig is, is ongeveer voor de helft afkomstig van bomen van drogere gronden (met sporadisch een stuifmeelkorrel van els, welke juist voorkomt op nattere gronden). De andere helft van het pollen is grotendeels geproduceerd door graslandplanten en planten die algemeen voorkomen en deels door heide- en hoogveenplanten en in mindere mate door oever-/moerasplanten. Dit pollenmonster is rijk in ongedefinieerd organisch materiaal. Resten van mestschimmels en/of darmparasieten zijn niet gevonden.

---

<sup>33</sup> van Geel *et al.* 2011, 2301.

<sup>34</sup> van Geel *et al.* 1989, 96, 98.

<sup>35</sup> Pollen van grassen is in deze pollenmonsters aangetroffen.

<sup>36</sup> Thienpont *et al.* 2003: 49, 95, 115, 163, 179.



*Figuur 5* Hoge schorren bieden herbivoren een uitstekende plek om te grazen (© F. Verbruggen, A-PEX archeobotanie).

## 5. Conclusies

Ten tijde van de afzetting van lagen 7, 8 en 9 in pollenbak 1 (de schorre- en slikkeafzettingen) was er sprake van een relatief stabiele periode, waarin geen grote veranderingen in de samenstelling van de vegetatie zijn geobserveerd. De onderzoekslocatie bevond zich in de Romeinse tijd op de grens van een zout, brak en zoet milieu. Een afname in de hoeveelheid cysten van dinoflagelaten, *linings* van gaatjesdragers en silicaskelletjes van mariene kiezelwieren laat zien dat de invloed van de zee afneemt in laag 7 ten opzichte van lagen 8 en 9. Een verminderde aanvoer van zoet en/of zout water heeft geleid tot een verdroging van het landschap ten tijde van de afzetting van laag 7. Dit kan goed een overgang van slikke naar schorre geweest zijn.

Er was sprake van een open landschap, waar zich op de hogere delen van het landschap, zoals kreekruggen en strandwallen, en het verdergelegen pleistocene achterland gemengde loofbossen bevonden. Verder is pollen gevonden van tal van planten die vermoedelijk te plaatsen zijn op (de hogere delen van) schorren. Anderhalve kilometer landinwaarts van de onderzoekslocatie vormde zich een veenmoeras, maar ook in zoetwaterdepressies op de hoge schorre kon zich waarschijnlijk veen vormen. De invloed van de mens op het landschap is niet zeer groot geweest, maar ook niet geheel uitgesloten; er is in alle onderzochte lagen van pollenbak 1 (sporadisch) pollen aangetroffen van granen,

akkeronkruiden en ruderaal planten, die vaak in verband worden gebracht met menselijke activiteiten.

In laag 8 van pollenbak 2 (de geul) zijn resten gevonden van mestschimmels en darmparasieten. Het is daarom aannemelijk dat ten tijde van de afzetting van laag 8 lokaal vee werd geweid. Of mogelijk dierlijke/menselijke mest in de geul werd gegooit. In de overige lagen van pollenbak 2 zijn geen bewijzen voor menselijke activiteit gevonden.

## 6. Literatuur

- Ameryckx, J. 1953: *Bodemkaart van België. Verklarende tekst bij de kaartbladen De Haan 10, W & Blankenberge 10, E*, Gent.
- Bakker, M. & D.G. van Smeerdijk 1982: A Palaeoecological Study of a Late Holocene Section from "Het Ilperveld", Western Netherlands, *Review of Palaeobotany and Palynology* 36, 95-163.
- Beug, H.-J. 2004: *Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete*, München.
- Bohncke, S.J.P. 1984: Palaeobotanical Study on Vegetation Horizons in the Young Holocene Coastal Plain of Groningen (Northern Netherlands), in: J.R.Th. Schoute, *Vegetation Horizons and Related Phenomena, Dissertationes Botanicae*, Band 81, 221-256.
- Bottema, S., T.C. van Hoorn, H. Woldring & W.H.E. Gremmen 1980: An agricultural experiment in the unprotected salt marsh, *Palaeohistoria* 22, 128-140.
- Bruin, K. 2006: Mosvondsten aan de binnenduinrand op Terschelling en Texel, bij Overveen en Wassenaar, *Buxbaumiella* 76, 32-51.
- Erdtman, G. 1960: The Acetolysis Method, *Svensk Botanisk Tidskrift* 54, 561-564.
- Fægri, K., P.E. Kaland & K. Krzywinski 1989: *Textbook of Pollenanalysis*, Chichester (4<sup>th</sup> Ed.).
- Geel, B. van 1976: *A Palaeoecological Study of Holocene Peat Bog Sections, based on the Analysis of Pollen, Spores and Macro- and Microscopic Remains of Fungi, Algae, Cormophytes and Animals*, thesis, Amsterdam.
- Geel, B. van 1998: *A Study of Non-Pollen Objects in Pollen Slides*, Utrecht (ongepubliceerd).
- Geel, B. van, S.J.P. Bohncke & H. Dee 1981: A palaeoecological study of an upper Late Glacial and Holocene sequence from "De Borchert", the Netherlands, *Review of Palaeobotany and Palynology* 31, 367-448.
- Geel, B. van, D.P. Hallewas & J.P. Pals 1983: A Late Holocene Deposit under the Westfriese Zeedijk near Enkhuizen (Prov. of Noord-Holland, The

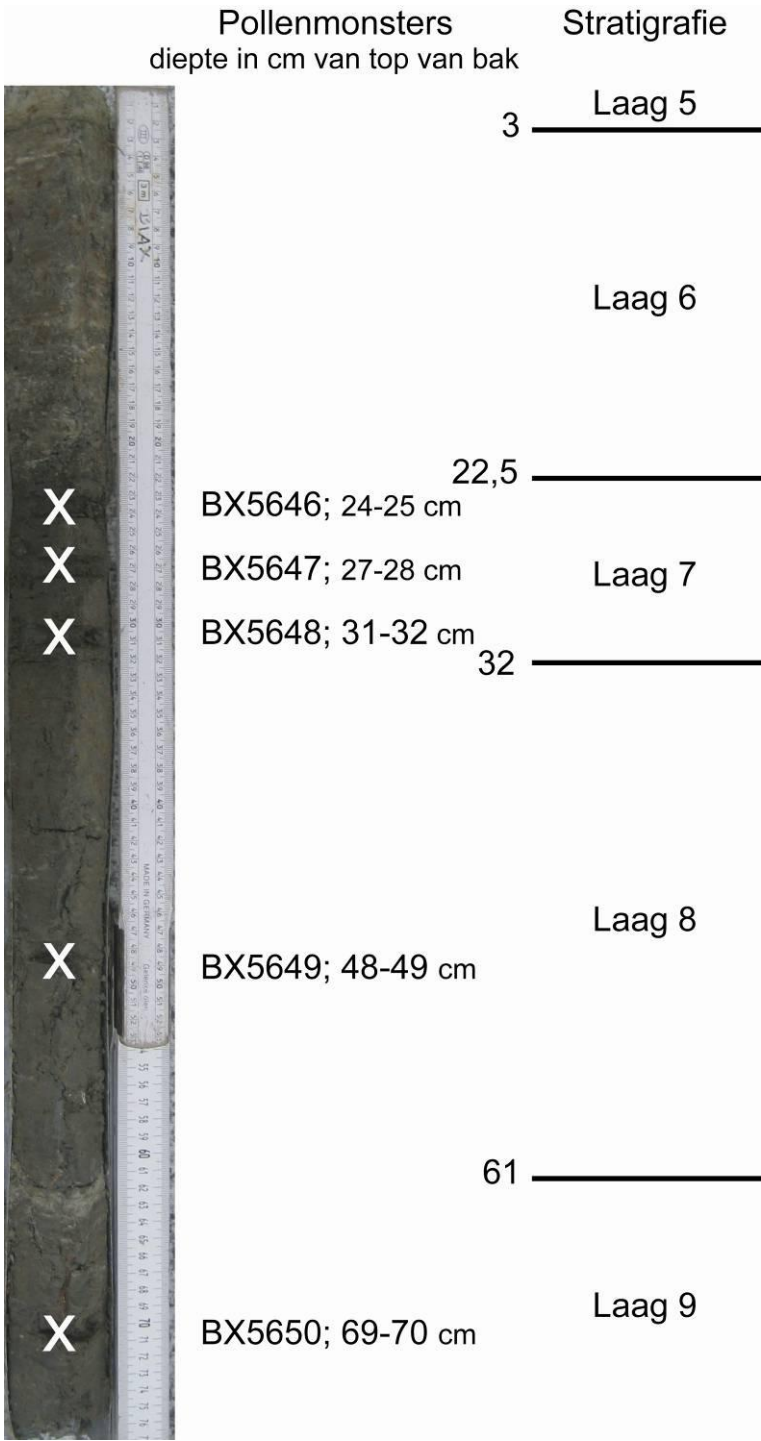
- Netherlands): Palaeoecological and Archaeological Aspects, *Review of Palaeobotany and Palynology* 38, 269-335.
- Geel, B. van, G.R. Coope & T. van der Hammen 1989: Palaeoecology and stratigraphy of the Lateglacial type section at Usselo (the Netherlands) *Review of Palaeobotany and Palynology* 60, 25-129.
- Geel, B. van, R. D. Guthrie, J.G. Altmann, P. Broekens, I.D. Bull, F.L. Gill, B. Jansen, A.M. Nieman & B. Gravendeel 2011: Mycological evidence of coprophagy from the feces of an Alaskan Late Glacial mammoth, *Quaternary Science Reviews* 30, 2289-2303.
- Gheysen, K. 2012: Archeologisch onderzoek in de Kleiputten te Wenduine, *Rapport Vlaamse Landmaatschappij (concept)*, Brugge.
- Grimm, E.C. 1992-2004: *Tilia, Tilia-Graph, and TGView*. Springfield, Verenigde Staten.
- Groenman-van Waateringe, W. 1986: Grazing Possibilities in the Neolithic of the Netherlands based on Palynological Data, in: K.-E. Behre (red.), *Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams*, Rotterdam, 187-202.
- Haaster, H. van 2011: Palynologisch onderzoek aan een bodemprofiel bij Lalleweer-Kobeetjedraai (gem. Delfzijl), *BIAXiaal* 507, Zaandam.
- Hammen, T. van der, & H. Hooghiemstra 2000: Neogene and Quaternary History of Vegetation, Climate, and Plant Diversity in Amazonia, *Quaternary Science Reviews* 19, 725-742.
- Hartman, A.A. 1968: A Study on Pollen Dispersal and Sedimentation in the Western Part of The Netherlands, *Acta Botanica Neerlandica* 17(6), 506-549.
- Hasle, G.R. & E.E. Syvertsen 1996: Marine diatoms, in: C.R. Tomas (red), *Identifying Marine Phytoplankton*, Academic Press, San Diego pp. 5-385.
- Hendey, N.I. 1974: A revised check-list of the British marine diatoms, *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 54, 277-300.
- Hillewaert, B., Y. Hollevoet, & M. Ryckaert (red) 2011: *Op het raakvlak van twee landschappen. De vroegste geschiedenis van Brugge*, Brugge.
- Hillewaert, B., C. Baeteman, J. Bastiaens, K. Deforce & A. Ervynck 2011:
- Hollevoet, Y., B. Hillewaert, C. Baeteman, J. Bastiaens, P. Crombé, & J. Sergeant 2011: De eerste mensen in een veranderend landschap, in: B. Hillewaert, Y. Hollevoet, & M. Ryckaert (red), *Op het raakvlak van twee landschappen. De vroegste geschiedenis van Brugge*, Brugge.
- Janssen, C.R. 1974: *Verkenningen in de palynologie*, Utrecht.
- Koelbloed, K.K. & J.M. Kroeze 1965: Hauwmossen (*Anthoceros*) als cultuurbegeleiders, *Boor en spade* 14, 104-109.
- Konert, M. 2002: *Pollen Preparation Method*, Amsterdam (Intern Rapport Vrije Universiteit).

- Lotter, A.F. & S. Juggins 1991: Polprof, Tran and Zone: programs for plotting, editing and zoning pollen and diatom data, *INQUA-Subcommission for the study of the Holocene Working Group on Data-Handling Methods Newsletter* 6, 4-6.
- Metcalf, S.E., S. Ellis, B.P. Horton, J.B. Innes, J. McArthur, A. Mitlehner, A. Parkes, J.S. Pethick, J. Rees, J. Ridgway, M.M. Rutherford, I. Shennan & M.J. Tooley 2000: Holocene evolution of the Humber Estuary: reconstructing change in a dynamic environment, in: I. Shennan & J. Andrews (red), *Holocene land-ocean interaction and environmental change around the North Sea, Geological Survey, London, Special Publication* 166, 97-118.
- Meijden, R. van der 2005: *Heukels' flora van Nederland*, Wolters-Noordhoff, Groningen.
- Moore, P.D., J.A. Webb & M.E. Collinson 1991: *Pollen Analysis*, Oxford.
- Punt, W. (ed.) 1976: *The Northwest European Pollen Flora I*, Amsterdam.
- Punt, W., & G.C.S. Clarke (eds.) 1980: *The Northwest European Pollen Flora II*, Amsterdam.
- Punt, W., & G.C.S. Clarke (eds.) 1981: *The Northwest European Pollen Flora III*, Amsterdam.
- Punt, W., & G.C.S. Clarke (eds.) 1984: *The Northwest European Pollen Flora IV*, Amsterdam.
- Punt, W., & S. Blackmore (eds.) 1991: *The Northwest European Pollen Flora VI*, Amsterdam.
- Punt, W., S. Blackmore & G.C.S. Clarke (eds.) 1988: *The Northwest European Pollen Flora V*, Amsterdam.
- Punt, W., S. Blackmore & P.P. Hoen (eds.) 1995: *The Northwest European Pollen Flora VII*, Amsterdam.
- Punt, W., S. Blackmore & P.P. Hoen (eds.) 2003: *The Northwest European Pollen Flora VIII*, Amsterdam.
- Riezebos, D.A., & A. Du Saar 1969: Een dwarsdoorsnede door de mariene Holocene afzettingen tussen Vijfhuizen en Vinkeveen, *Mededelingen Rijks Geologische Dienst N.S.* 20, 85-92.
- Stockmarr, J. 1971: Tablets with Spores used in Absolute Pollen Analysis, *Pollen et Spores* 14(4), 615-621.
- Thienpont, D., F. Rochette & O.F.J. Vanparijs 2003: Diagnosing helminthiasis by coprological examination, 3e editie Janssen Animal Health, Beerse, België.
- Thoen, H. 1978: De Belgische kustvlakte in de Romeinse tijd. Bijdrage tot de studie van de landelijke bewoningsgeschiedenis, *Verhandelingen van de Koninklijke Academie voor Wetenschappen, Letteren en Schone Kunsten van België, Klasse der Letteren* 40.
- Thoen, H. (Ed.) 1987: *Romeinen langs de Vlaamse Kust*, Brussel.

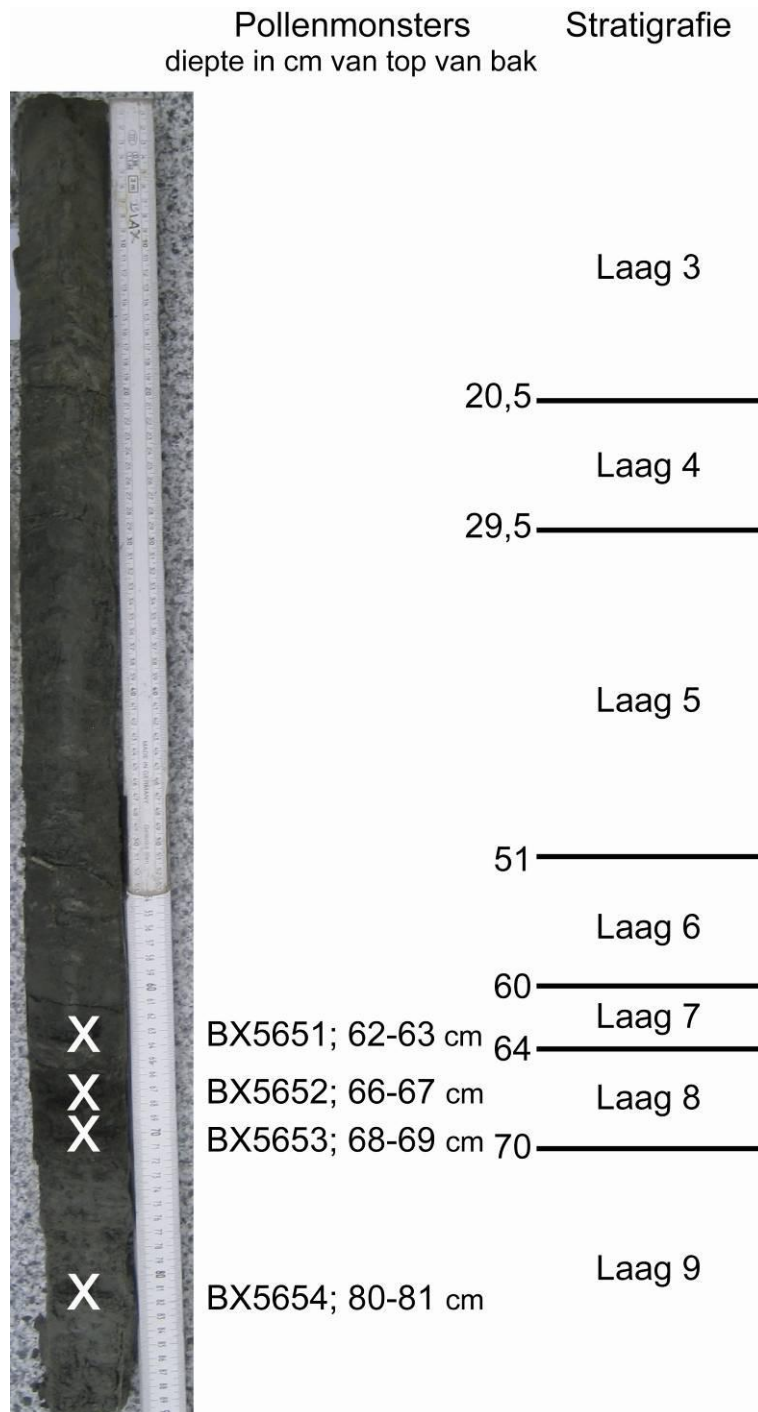


- 
- Verbruggen, F. & M. van der Linden 2012: Resultaten van het waarderend pollenonderzoek aan twee pollenbakken uit Wenduine (B) (*BIAX notitie 328*), Zaandam.
- Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra 1985: *Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties 1*, Deventer.
- Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra 1987: *Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties 2*, Deventer.
- Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra 1988: *Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties 3*, Deventer.
- Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra 1991: *Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties 4*, Deventer.
- Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra 1994: *Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties 5*, Deventer.
- Zagwijn, W.H. 1965: Pollenanalytic Correlations in the Coastal Barrier Deposits near The Hague (The Netherlands), *Mededelingen van de Geologische Stichting Nieuwe Serie* 17, 83-88.
- Zeist, W. van, T.C. van Hoorn, S. Bottema & H. Woldring 1976: An agricultural experiment in the unprotected marsh, *Palaeohistoria* 18, 111-150.

*Bijlage 1* De Haan-Wenduine, monsternamen pollenbak 1 (slikke- en schorreafzettingen).



Bijlage 2 De Haan-Wenduine, monsternamen pollenbak 2 (geulafzettingen).



Bijlage 3 De Haan-Wenduine, resultaten van de polleninventarisatie. Legenda: (+)= sporadisch aanwezig, += aanwezig, ++= regelmatig aanwezig, +++= veel aanwezig.

Pollenbak		1	1	1	1	1	2	2	2	2	
Diepte in pollenbak (cm)		24-25	27-28 7	31-32	48-49	69-70	62-63	66-67	68-69	80-81	
Laag		7 (top)	(midden)	7 (basis)	8	9	7	8 (top)	8 (basis)	9	
BIAX nummer		BX 5646	BX 5647	BX 5648	BX 5649	BX 5650	BX 5651	BX 5652	BX 5653	BX 5654	
	rijkdom	Redelijk	Matig	Matig/Redelijk	Redelijk	Matig	Arm	Arm	Arm	Matig	rijkdom
	conservering	Redelijk net	Matig	Redelijk	Redelijk net	Redelijk net	Redelijk	Matig	Matig	Matig	conservering
	telbaar	telbaar	nee	net telbaar	telbaar	telbaar	nee	nee	nee	ja	telbaar
	analyse	ja	nee	ja	ja	ja	nee	nee	nee	ja	analyse
	globale AP/NAP	28/72	27/73	32/68	45/55	40/60	58/42	20/80	16/84	14/86	globale AP/NAP
bomen en struiken (drogere gronden)		+	+	+	+	+	+	+	+	+	bomen en struiken (drogere gronden)
bomen (nattere gronden)		(+)	(+)	(+)	+	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	bomen (nattere gronden)
granen		(+)	(+)	(+)	(+)	-	-	-	-	-	granen
akkeronkruiden/open ruimte= alsem		(+)	-	-	+	(+)?	(+)	(+)	(+)	-	akkeronkruiden/open ruimte= <i>Artemisia</i>
graslandplanten en kruiden (algemeen)		++	++	++	+	+	+	+	++	++	graslandplanten en kruiden (algemeen)
ruigtekruiden		-	-	(+)	(+)	-	-	-	-	-	ruigtekruiden
moeras- en oeverplanten		(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	moeras- en oeverplanten
waterplanten		(+)	-	-	-	(+)	-	-	-	-	waterplanten
heide- en hoogveenplanten			+	+	+	+	+	++	+	(+)	heide- en hoogveenplanten
microfossielen van open zoet water		++	+	+	+	+	+	+	+	+	microfossielen van open zoet water
organismen van brak/zout water		+	+	+	+	+	+	+	+	++	organismen van brak/zout water
sporenplanten		+	+	+	++	+	(+)	+	+	+	sporenplanten
waaronder:	niervaren-type	+	+	+	++	+	+	+	+	+	waaronder: <i>Dryopteris-type</i>
	eikvaren	(+)	(+)	(+)	+	(+)	(+)	-	-	-	<i>Polypodium vulgare</i>
	koningsvaren	(+)?	+	(+)	+	(+)	-	-	-	(+)	<i>Osmunda regalis</i>
Darmparasieten (mogelijk)		-	-	-	-	-	-	(+)	(+)	(+)	darmparasieten (mogelijk)
waaronder:	zweepworm	-	-	-	-	-	-	(+)	(+)	-	<i>cf. Trichuris</i>
	spoelworm	-	-	-	-	-	-	-	-	(+)	<i>cf. Ascaris</i>
Houtskool		++	++	++	+ / ++	+	+	+	+	+	Houtskool
Organisch materiaal		(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	++	++	++	++	Organisch materiaal

*Bijlage 4* De Haan-Wenduine, tabel met resultaten van de pollenanalyse. De codering die na het pollentype vermeld staat, geeft aan welke determinatieliteratuur is gebruikt voor de naamgeving (B=Beug, 2004; P=Punt e.a., 1976-1999). Legenda: (+)= sporadisch aanwezig, += aanwezig, +++= regelmatig aanwezig, ++++= veel aanwezig.

<b>Pollenbak</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>Pollenbak</b>
<b>Diepte in pollenbak (cm)</b>	<b>24-25</b>	<b>27-28</b>	<b>31-32</b>	<b>48-49</b>	<b>69-70</b>	<b>80-81</b>	<b>Diepte in pollenbak (cm)</b>
<b>Laag</b>	<b>top 7</b>	<b>midden 7</b>	<b>basis 7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>Laag</b>
<b>BIAX nummer</b>	<b>BX 5646</b>	<b>BX 5647</b>	<b>BX 5648</b>	<b>BX 5649</b>	<b>BX 5650</b>	<b>BX 5654</b>	<b>BIAX nummer</b>
ΣAP	27,9	26,1	30,7	33,1	44,6	18,3	Som boompollen
ΣNAP	72,1	73,9	69,3	66,9	55,4	81,7	Som niet-boompollen
Bomen en struiken (drogere gronden)	21,7	19,4	21,5	22,0	32,3	12,7	Bomen en struiken (drogere gronden)
Bomen (nattere gronden)	5,6	6,1	8,2	9,5	11,4	4,3	Bomen (nattere gronden)
Boskruiden	0,6	0,6	1,1	1,5	0,9	1,2	Boskruiden
Algemene kruiden	45,6	42,5	34,0	14,8	10,2	61,5	Algemene kruiden
Cultuurgewassen	0,3	0,8	0,6	+	0,1	.	Cultuurgewassen
Ruderalen en akkeronkruiden	0,3	0,2	1,1	0,7	0,5	0,2	Ruderalen en akkeronkruiden
Heide- en hoogveenplanten	9,0	10,8	14,7	12,2	11,0	5,0	Heide en hoogveenplanten
Graslandplanten	3,3	3,1	3,4	3,6	5,5	1,1	Graslandplanten
Moeras- en oeverplanten	13,6	16,4	15,4	35,3	27,7	14,1	Moeras- en oeverplanten
Waterplanten	0,2	.	0,2	0,1	.	.	Waterplanten
Zout- of brakwater planten	+	0,2	+	0,3	0,3	.	Zout- of brakwater planten
Pollenconcentratie (*1000 korrels/cm3)	47,2	35,8	85,3	96,1	125,0	21,2	Pollenconcentratie
ΣAPnum	179	167	196	236	341	118	Som boompollen numeriek
ΣNAPnum	462	473	442	478	423	528	Som niet-boompollen numeriek
<b>Bomen en struiken (drogere gronden)</b>							
Abies (B)	0,2	0,3	0,2	0,3	0,1	0,2	Zilverspar
Betula (B)	2,7	1,9	1,9	2,4	3,1	1,2	Berk
Carpinus betulus (B)	0,3	.	.	.	.	.	Haagbeuk
Corylus (B)	9,8	8,3	9,9	9,0	15,7	6,3	Hazelaar
Fagus sylvatica	0,3	0,6	0,5	0,6	1,2	.	Beuk
Fraxinus excelsior-type (B)	0,2	.	.	.	.	.	Es-type
Ilex aquifolium (B)	.	.	0,2	0,1	0,1	.	Hulst
Picea (B)	0,3	0,3	.	0,1	0,3	.	Spar
Pinus (B)	2,7	3,8	2,7	4,1	3,9	2,8	Den
Quercus (B)	3,9	3,6	4,5	3,9	5,9	1,2	Eik
Tilia (B)	0,5	0,2	0,8	0,4	0,5	0,2	Linde

<b>Pollenbak</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>Pollenbak</b>
<b>Diepte in pollenbak (cm)</b>	<b>24-25</b>	<b>27-28</b>	<b>31-32</b>	<b>48-49</b>	<b>69-70</b>	<b>80-81</b>	<b>Diepte in pollenbak (cm)</b>
<b>Laag</b>	<b>top 7</b>	<b>midden 7</b>	<b>basis 7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>Laag</b>
<b>BIAx nummer</b>	<b>BX 5646</b>	<b>BX 5647</b>	<b>BX 5648</b>	<b>BX 5649</b>	<b>BX 5650</b>	<b>BX 5654</b>	<b>BIAx nummer</b>
Ulmus (B)	0,9	0,5	0,9	1,1	1,4	0,8	lep
<b>Bomen (nattere gronden)</b>							
Alnus (B)	5,5	6,1	8,0	9,5	11,3	4,3	Els
Salix (B)	0,2	.	0,2	.	0,1	.	Wilg
<b>Boskruiden</b>		.					
Viscum album (B)	.	.	.	0,1	.	.	Maretak
Polypodium	0,2	0,6	0,8	1,1	0,7	0,8	Eikvaren
Pteridium aquilinum	0,5	.	0,3	0,3	0,3	0,5	Adelaarsvaren
<b>Algemene kruiden</b>							
Apiaceae (B)	0,5	.	.	.	.	.	Schermbloemenfamilie
Asteraceae liguliflorae	9,4	10,6	9,1	0,6	1,2	20,4	Composietenfamilie lintbloemig
Asteraceae tubuliflorae	0,8	0,5	1,7	0,8	0,5	.	Composietenfamilie buisbloemig
Ballota-type (B)	.	.	.	.	.	0,6	Ballote-type
Brassicaceae (B)	5,6	2,5	2,5	0,1	0,4	36,2	Kruisbloemenfamilie
Caryophyllaceae (B)	.	+	0,2	0,4	0,1	.	Anjerfamilie
Centaurea jacea-type (B)	.	0,2	.	.	.	.	Knoopkruid-type
Chenopodiaceae p.p. (B)	28,2	28,3	19,6	12,6	7,3	3,9	Ganzenvoetfamilie
Jasione montana-type (B)	.	.	.	0,1	.	.	Zandblauwtje-type
Malva neglecta-type (B)	0,2	.	.	.	.	.	Klein kaasjeskruid-type
Malva sylvestris-type (B)	.	.	.	0,1	.	.	Groot kaasjeskruid-type
Matricaria-type (B)	0,2	0,5	0,2	.	.	.	Kamille-type
Potentilla-type (B)	.	.	.	.	0,1	.	Ganzerik-type
Ranunculaceae (overig)	.	+	.	.	.	.	Ranonkelfamilie (overig)
Rhinanthus-type (B)	.	.	.	.	0,3	.	Ratelaar-type
Rosaceae	.	.	.	.	.	0,2	Rozenfamilie
Rubiaceae (B)	.	.	0,2	.	.	.	Sterbladigenfamilie
Senecio-type (B)	0,2	.	0,2	.	.	0,2	Kruiskruid-type
Spergularia-type (B)	0,6	.	0,5	.	0,3	.	Schijnspurrie-type
<b>Cultuurgewassen</b>							
Cerealia-type	0,2	0,6	0,5	.	0,1	.	Granen-type
Hordeum/Triticum-type	0,2	0,2	0,2	+	.	.	Gerst/Tarwe-type



<b>Pollenbak</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>Pollenbak</b>
<b>Diepte in pollenbak (cm)</b>	<b>24-25</b>	<b>27-28</b>	<b>31-32</b>	<b>48-49</b>	<b>69-70</b>	<b>80-81</b>	<b>Diepte in pollenbak (cm)</b>
<b>Laag</b>	<b>top 7</b>	<b>midden 7</b>	<b>basis 7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>Laag</b>
<b>BIAX nummer</b>	<b>BX 5646</b>	<b>BX 5647</b>	<b>BX 5648</b>	<b>BX 5649</b>	<b>BX 5650</b>	<b>BX 5654</b>	<b>BIAX nummer</b>
<b>Ruderalen en akkeronkruiden</b>							
Anthoceros punctatus	.	.	0,2	.	0,1	0,2	Zwart hauwmos
Artemisia (B)	0,2	.	0,2	0,1	0,1	.	Alsem
Phaeoceros laevis	.	.	0,2	.	.	.	Geel hauwmos
Plantago lanceolata	0,2	.	0,2	0,4	.	.	Smalle weegbree
cf. Polygonum aviculare-type (B)	.	.	0,2	.	.	.	cf. Gewoon varkensgras-type
Rumex acetosa-type (P)	.	.	0,2	.	0,1	.	Veldzuring-type
Solanum nigrum-type (B)	.	.	.	.	0,1	.	Zwarte en Beklierde nachtschade-type
Urtica dioica-type	.	0,2	0,2	0,1	.	.	Grote brandnetel-type
<b>Heide- en hoogveenplanten</b>							
Calluna vulgaris (B)	4,7	5,8	6,1	3,9	7,7	0,2	Struikhei
Empetrum nigrum	.	.	.	0,1	.	.	Kraaihei
Ericaceae (overig)	.	0,8	0,6	1,7	0,7	1,4	Heifamilie (overig)
Myrica gale (B)	.	.	.	+	.	.	Wilde gagel
Sphagnum	4,2	4,2	8,0	6,4	2,5	3,4	Veenmos
Vaccinium-type	0,2	.	.	.	0,1	.	Bosbes-type
<b>Graslandplanten</b>							
Poaceae (B)	3,3	3,1	3,4	3,6	5,5	1,1	Grassenfamilie
Ophioglossum vulgatum	.	.	.	+	.	.	Addertong
<b>Moeras- en oeverplanten</b>							
Alisma-type (B)	.	.	0,2	.	.	.	Waterweegbree-type
Cyperaceae (B)	1,2	1,3	0,9	2,1	3,7	0,6	Cypergrassenfamilie
Dryopteris-type	11,2	13,0	12,9	30,4	22,8	11,8	Niervaren-type
Equisetum	0,2	0,2	.	.	.	.	Paardenstaart
Iris pseudacorus-type (B)	.	.	.	.	.	0,2	Gele lis-type
Menyanthes trifoliata (B)	.	.	.	0,7	.	0,2	Waterdrieblad
Osmunda regalis	0,6	1,7	1,3	1,3	0,7	1,2	Koningsvaren
Sparganium emersum-type (P)	.	.	.	0,1	0,1	.	Kleine egelskop-type
Sparganium erectum-type (P)	.	.	.	0,3	0,3	.	Grote en Blonde egelskop-type
Sparganium-type (B)	.	.	+	0,3	.	.	Egelskop-type
Typha angustifolia	0,2	0,2	0,2	.	0,3	.	Kleine lisdodde

<b>Pollenbak</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>Pollenbak</b>
<b>Diepte in pollenbak (cm)</b>	<b>24-25</b>	<b>27-28</b>	<b>31-32</b>	<b>48-49</b>	<b>69-70</b>	<b>80-81</b>	<b>Diepte in pollenbak (cm)</b>
<b>Laag</b>	<b>top 7</b>	<b>midden 7</b>	<b>basis 7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>Laag</b>
<b>BIAX nummer</b>	<b>BX 5646</b>	<b>BX 5647</b>	<b>BX 5648</b>	<b>BX 5649</b>	<b>BX 5650</b>	<b>BX 5654</b>	<b>BIAX nummer</b>
Typha latifolia-type (B)	.	0,2	.	.	.	0,2	Grote lisdodde-type
Valeriana dioica-type (B)	0,2	.	.	0,1	.	.	Kleine valeriaan-type
<b>Waterplanten</b>							
Nymphaea (B)	0,2	.	0,2	0,1	.	.	Waterlelie
<b>Zout- of brakwater planten</b>							
Armeria/Limonium	+	0,2	+	0,3	0,3	.	Engels gras/Lamsoor
<b>Microfossielen (zoet water)</b>							
Botryococcus	.	0,3	0,6	0,6	1,2	.	Groenwier-genus Botryococcus
Characeae	.	.	.	.	.	+	Kranswier oogonia fragment
Pediastrum	0,5	0,8	1,9	2,7	2,5	.	Groenwier-genus Pediastrum
Spirogyra (T.132)	.	.	.	.	.	.	Groenwier-genus Spirogyra (T.132)
Type 128A	1,1	1,4	0,3	0,8	0,9	0,3	Watertype (T.128A)
Type 128B	.	0,2	.	.	.	.	Watertype (T.128B)
Zygnemataceae	+	+	0,2	0,1	.	.	Groenwier-familie Zygnemataceae
<b>Microfossielen (zout water)</b>	1,1	1,3	0,9	2,5	3,3	1,1	Marien plankton
Dinoflagellaat	1,1	1,3	0,9	2,5	3,3	1,1	Marien plankton
Foraminifera	.	.	+	0,1	.	.	Gaatjesdrager (marien organisme)
Aulacodiscus argus	2,7	1,7	11,4	20,7	9,6	45,8	Kiezelwier van zout/brakwater
Podosira stelliger (T.5085)	+	+	++	+++	++	+++	Kiezelwier van zout/brakwater
<b>Microfossielen (mest)</b>							
Sordaria-type (T.55A)	.	.	.	.	.	+	Mestschimmel Sordaria-type (T.55A)
<b>Microfossielen (overig)</b>							
Chironomidae	.	0,2	.	.	.	.	Dansmug mandibel
cf. Kretzschmaria deusta (T. 44)	.	.	.	.	0,1	.	cf. Kretzschmaria deusta (T. 44)
Type 18	.	.	.	.	0,4	.	Type 18
Type 114	.	.	0,3	0,8	1,6	1,5	Zeefplaat uit houtvat
cf. Type 119	1,7	.	4,2	.	0,1	.	cf. Type 119
Glomus cf. G. fasciculatum (T.207)	0,6	0,2	0,6	0,1	1,0	1,4	Bodemschimmel
Type 353A	.	.	.	.	0,5	.	Rhabdocoela ei
Type 353B	.	.	0,2	.	.	.	Rhabdocoela ei
Type 361	.	.	.	.	0,1	.	Type 361

[illegible]

**Bijlage 5** De Haan-Wenduine, resultaten van de pollenanalyse van pollenbak 1. De codering die na het pollentype vermeld staat, geeft aan welke determinatieliteratuur is gebruikt voor de naamgeving (B=Beug, 2004; P=Punt e.a., 1976-1999). De enveloppe om de pollencurven stelt een overdrijving voor van 15%. Legenda: (+)= sporadisch aanwezig, += aanwezig, ++= regelmatig aanwezig, +++= veel aanwezig.

